Niveau(x) d'enseignement : 7 Numéro EDUQ : 9270354
Centre d'intérêt : 640

Giard, Jacqueline T.

Communiquer pour apprendre : étude exploratoire de la résolution de problèmes par le groupe sur réseau micro-informatique local / Jacqueline T. Giard. -- Sherbrooke : Collège de Sherbrooke, Service de la recherche et du développement, 1991.
vii, 167 p. ; 28 cm.

Résumé : p. ii. Code : 1532-0317. Bibliogr. : p. 131-134.

ISBN 2-920916-18-1

Vedette(s)-secondaire(s) : Collège de Sherbrooke. Service de la recherche et du développement

Descripteur(s) : Application pédagogique de l'ordinateur * Résolution de problème * Micro-informatique * Méthode d'enseignement * Expérience de groupe * Travail en équipe * Communication * Instrument d'analyse * Questionnaire * Collégial (Ordre d'enseignement)

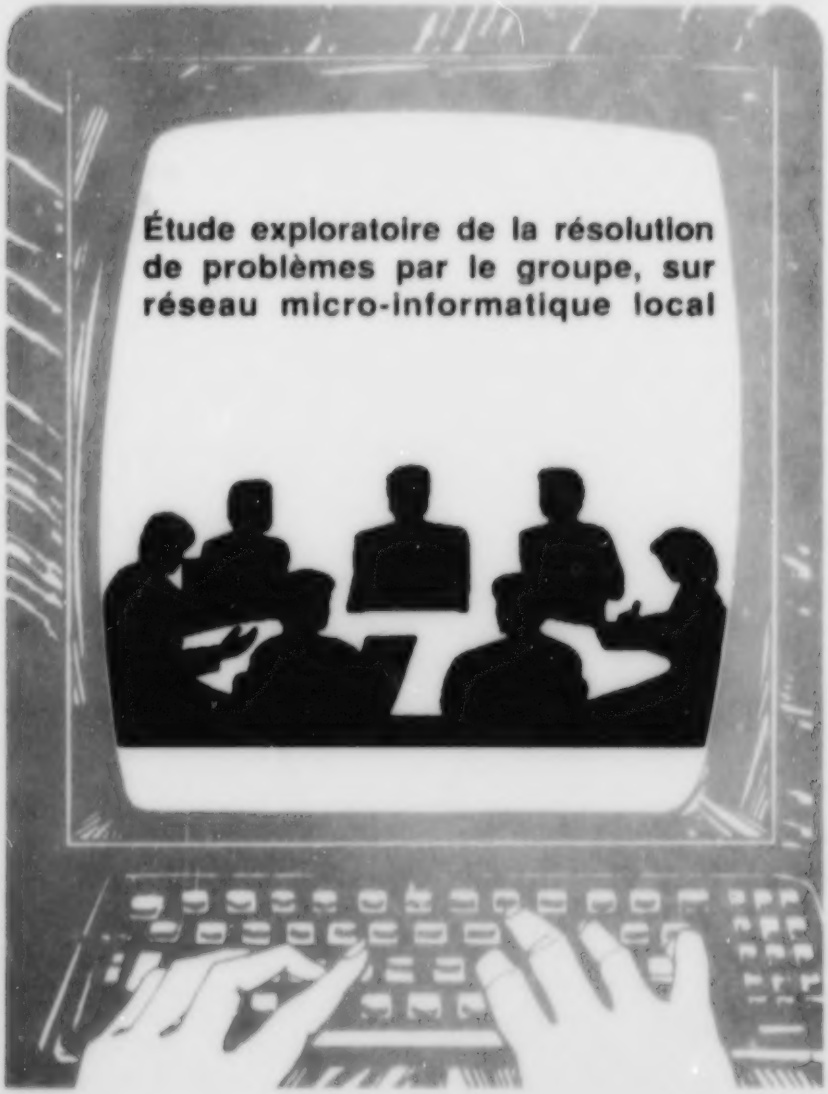
Identificateur(s) de sujet : Courrier électronique

Ce projet consistait à explorer les applications éducatives de la résolution de problèmes par le groupe, dans l'environnement créé par un système de courrier électronique implanté sur réseau local de micro-ordinateurs en milieu collégial. L'approche méthodologique relevait de la recherche-action : les étudiants participant à l'expérimentation faisaient partie de l'équipe de recherche et les efforts étaient coordonnés vers l'enrichissement des pratiques d'enseignement et l'amélioration de la formation dispensée au collégial. L'analyse des données a confirmé la richesse d'un environnement d'apprentissage centré sur la communication médiatisée par ordinateur et la pertinence de poursuivre les recherches visant à préciser les effets de la résolution de problèmes collective sur l'apprentissage en milieu collégial.

Type de document :

9270354

COMMUNIQUER POUR APPRENDRE



Jacqueline T. Giard
décembre 1991

Collège de Sherbrooke

Service de la recherche
et du développement

9291354

COMMUNIQUER POUR APPRENDRE

Etude exploratoire de la résolution de problèmes par le groupe sur réseau micro-informatique local

Jacqueline T. Giard
Décembre 1991

Collège de Sherbrooke
Service de la recherche
et du développement

Cette recherche a été subventionnée par la Direction générale
de l'enseignement collégial dans le cadre du
Programme d'aide à la recherche sur l'enseignement et l'apprentissage.

On peut obtenir des exemplaires de ce rapport de recherche en s'adressant à:

Jacqueline T. Giard
Service de la recherche et du développement
Collège de Sherbrooke
475 rue Parc,
Sherbrooke (Québec)
J1H 5M7

Dépôt légal - 4e trimestre 1991
Bibliothèque nationale du Québec
ISBN-2-920916-18-1

REMERCIEMENTS

Cette recherche fut oeuvre d'équipe. Nos premiers remerciements vont tout naturellement aux étudiantes et étudiants:

VE2-GUV, KEVIN, SYLVESTRE, DAN, MOROKO et BEAUCE, de l'équipe 1;

WOLF, CREATURE, TI-CRICK, PLOC, NMN et PUPPY, de l'équipe 2;

DESCARTES, VIPER, FREUD, ROYE, TARTEMPION et GUERRIER, de l'équipe 3;

LORDNEVS, SIRENAJA, BATMAN, ROBINHOOD, FOURIRE et POPCORN de l'équipe 4,

qui ont fait de cette entreprise de communication dans un environnement virtuel orienté vers la résolution de problèmes, une expérience unique!

Un merci tout spécial est adressé à Marie-Jane Haguel, du Département de mathématiques du Collège de Sherbrooke qui, malgré ses nombreux engagements, a assumé les opérations de recrutement et de soutien aux équipes et collaboré étroitement à toutes les étapes de l'expérimentation.

Il nous fait également plaisir de remercier la Direction et les membres du personnel du Collège, plus particulièrement:

Christiane Ruel-Poirier et Benoît Fréchette, du Service informatique, pour le soutien technique apporté à cette recherche;

Guy Deshaies et Gilles Ash, du Centre des médias, pour la conception et la production de la page couverture;

Sylvio Lebrun, Laurette Rouleau et Isabelle Mathieu, du Service de la recherche et du développement, pour la lecture critique, la saisie et la mise en page des textes,

ainsi que tous ceux et celles qui ont accueilli favorablement les demandes fort diverses que nous leur avons adressées au cours de cette recherche.

Nous tenons enfin à remercier Dr Gary M. Boyd, de l'Université Concordia, pour l'encouragement et les conseils prodigués tout au long de cette recherche, ainsi que les responsables de PAREA, pour l'aide matérielle et la confiance témoignée.

RESUME

Ce projet consistait à explorer les applications éducatives de la résolution de problèmes par le groupe, dans l'environnement créé par un système de courrier électronique implanté sur réseau local de micro-ordinateurs en milieu collégial. L'approche méthodologique relevait de la recherche-action: les étudiants participant à l'expérimentation faisaient partie de l'équipe de recherche et les efforts étaient coordonnés vers l'enrichissement des pratiques d'enseignement et l'amélioration de la formation dispensée au collégial. L'analyse des données a confirmé la richesse d'un environnement d'apprentissage centré sur la communication médiatisée par ordinateur et la pertinence de poursuivre les recherches visant à préciser les effets de la résolution de problèmes collective sur l'apprentissage en milieu collégial.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS i

RESUME ii

TABLE DES MATIERES iii

LISTE DES ANNEXES vi

LISTE DES TABLEAUX vii

INTRODUCTION 1

CHAPITRE 1:
DES PRATIQUES A ENRICHIR ET UNE FORMATION A AMÉLIORER 5

Introduction 7

1.1 Énoncé du problème 8

1.2 Solution proposée 11

CHAPITRE 2:
DES APPROCHES ACTIVES ET INTERACTIVES 15

Introduction 17

2.1 La psychotechnologie 17

2.2 La classe virtuelle 19

2.3 Autres expériences 20

2.4 Un modèle de résolution de problèmes 22

2.5 But et objectifs du projet 25

2.6 Portée et limites de la recherche 27

CHAPITRE 3:
PLAN DE L'EXPÉRIMENTATION 29

Introduction 31

3.1 Contexte général de la recherche 32

3.2 Le déroulement de l'expérimentation 32
3.2.1 Le recrutement 32
3.2.2 La séance d'information 33
3.2.3 Les sessions de formation 34
3.2.4 La résolution de problèmes 35
3.2.5 L'évaluation 35

3.3 Cueillette et traitement des données 36

3.4 Modifications par rapport au schéma initial 37

CHAPITRE 4:
LE MODELE DIDACTIQUE 39

Introduction 41

4.1 La clientèle 41

4.2 L'environnement technologique 46

4.3 La configuration informatique 50

4.4 Le matériel 53

4.5 Les activités 55

4.6 L'organisation du travail de groupe 57

4.7 L'intervention pédagogique 59

4.8 L'évaluation des apprentissages 63

Conclusion 63

CHAPITRE 5:
LE PRODUIT: LA CONSTRUCTION DES SOLUTIONS 65

Introduction 67

5.1 Participation 67

5.2 Le produit de la démarche: les solutions proposées 69

Conclusion 84

CHAPITRE 6:
LE PROCESSUS: LA CONSTRUCTION DES SOLUTIONS 85

Introduction 87

6.1 Protocole de l'équipe 2, problème 3 87

6.2 Analyse du protocole de l'équipe 2, problème 3 101

6.3 Caractéristiques générales du processus de résolution de problèmes 106

6.4 Apprentissages 107

Conclusion 109

CHAPITRE 7:
UTILITÉ DU MODELE 109

Introduction 113

7.1 Des occasions d'apprendre 113

7.2 Quelques précautions 117

7.3 Applications 122

CONCLUSION 125

RÉFÉRENCES 129

ANNEXES 135

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Informations 137

ANNEXE 2 : Entente entre les étudiants et étudiantes et les professeures en vue de la constitution d'une équipe de recherche 139

ANNEXE 3 : Questionnaire 1 141

ANNEXE 4 : Questionnaire 2 144

ANNEXE 5 : Instruments d'analyse 149

ANNEXE 6 : Communications par le Cégep-inter 151

ANNEXE 7 : Problème 1 - Équipes 1, 2, 3 et 4 154

ANNEXE 8 : Énoncé du Problème 3 165

ANNEXE 9 : Solution du Problème 3 166

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1
Composition et caractéristiques des équipes 42

TABLEAU 2
Attentes des étudiants (pré-expérimentation) 44

TALBEAU 3
Perceptions des étudiants (post expérimentation) 48

TABLEAU 4
Participation 67

TABLEAU 5
Solution du problème 1 71

TABLEAU 6
Solution du problème 2 76

TABLEAU 7
Représentation des codes 77

TABLEAU 8
Solution du problème 3 80

TABLEAU 9
Problème 3 Équipe 2 89-100

TABLEAU 10
Construction de la solution 104

TABLEAU 11
Analyse des interactions 105

INTRODUCTION

"La seule théorie de la connaissance qui puisse être aujourd'hui valable,
c'est celle qui se fonde sur cette vérité de la microphysique:
l'expérimentateur fait partie du système expérimental.
C'est la seule qui permette d'écarter toute illusion idéaliste,
la seule qui montre l'homme réel au milieu du monde réel.
Mais ce réalisme implique nécessairement un point de départ réflexif,
c'est-à-dire que le dévoilement d'une situation
se fait dans et par la praxis qui la change.
Nous ne mettons pas la prise de conscience à la source de l'action,
nous y voyons un moment nécessaire de l'action elle-même:
l'action se donne en cours d'accomplissement ses propres lumières."

Jean-Paul Sartre

On ne saurait exprimer en termes plus heureux l'esprit dans lequel ce projet de recherche a été réalisé. C'est en plongeant au coeur de l'action que les chercheurs, professeurs et étudiants, ont exploré cette situation nouvelle, qu'ils l'ont vue se dévoiler, l'ont façonnée et qu'ils ont graduellement pris conscience de sa richesse, comme environnement d'apprentissage et de recherche.

L'intention de ce projet était d'explorer les applications éducatives de la résolution de problèmes par le groupe, dans l'environnement créé par un système de courrier électronique implanté sur réseau local de micro-ordinateurs en milieu collégial. Le modèle sur lequel ce processus expérimental a été appuyé est le modèle proposé par Beckwith (1987) pour la résolution collective de problèmes sur système de télé-conférence. Ce projet a été réalisé non pas dans le contexte de l'enseignement, mais dans le cadre d'une activité libre proposée à titre expérimental à des étudiants volontaires.

L'approche méthodologique retenue relevait de la recherche-action: les étudiants participant à l'expérimentation étaient considérés comme faisant partie de l'équipe de recherche et les efforts étaient coordonnés vers l'enrichissement des pratiques d'enseignement et l'amélioration de la formation dispensée au collégial. L'expérimentation a permis de recueillir un volume considérable de données, contenues principalement dans les messages échangés par les étudiants dans le cadre de la résolution de

problèmes, dans deux questionnaires administrés en pré- et post-expérimentation, ainsi que dans le journal de bord tenu par les responsables de la recherche.

L'analyse de ces données a révélé que, par le moyen de cette activité collective de résolution de problèmes, les étudiants avaient réalisé des apprentissages aux plans cognitif, social et affectif. Elle a également fait ressortir les limites de l'environnement expérimental et suggéré des améliorations souhaitables. Les conclusions de cette recherche sont à l'effet que cette approche présente des perspectives très prometteuses pour l'apprentissage en milieu collégial.

La problématique à l'origine de cette recherche est exposée dans le premier chapitre de ce rapport. Le chapitre suivant contient une brève revue de la recherche portant sur la résolution de problèmes et le potentiel éducatif de la communication médiatisée par ordinateur, ainsi que la nature et les objectifs du projet. Le plan suivi lors de l'expérimentation est décrit au chapitre 3. Les derniers chapitres du rapport présentent les résultats de la recherche: le modèle didactique, les solutions proposées, les comportements et les effets observés chez les étudiants et enfin, un aperçu des applications pédagogiques de cette activité.

Puisse ce rapport communiquer à ses lecteurs le plaisir et l'intérêt que nous avons éprouvés à réaliser ce projet qui confirme la richesse d'un environnement d'apprentissage centré sur la communication médiatisée par réseau informatique et leur donner le goût de prolonger cette action qui "se donne en cours d'accomplissement ses propres lumières."

CHAPITRE 1

DES PRATIQUES À ENRICHIR
ET UNE FORMATION À AMÉLIORER

Introduction

Ce projet de recherche est issu d'une préoccupation à l'effet de développer et de diversifier les approches pédagogiques en usage au collégial, en mettant à contribution toutes les ressources disponibles dans cet environnement, de façon à améliorer les résultats de l'apprentissage et conséquemment, la qualité de la formation dispensée dans les collèges.

Cette préoccupation a conduit à l'expérimentation d'une activité encore relativement inexplorée: la résolution de problèmes par le groupe sur réseau informatique local. L'intérêt pour cette situation didactique comme voie de développement de l'enseignement collégial avait pour origine une triple conviction à l'effet que l'apprentissage est un processus actif, au sens de Piaget et de Bruner; que les interactions sociales y jouent un rôle important, comme l'ont établi les enseignements de Dewey et de Lewin, les théories sur le développement, en particulier celle de Vygotsky, et les approches axées sur l'intégration de la coopération aux méthodes pédagogiques, mises au point par des praticiens de l'enseignement; enfin, que les nouvelles technologies interactives peuvent contribuer à la création de conditions favorables à un tel apprentissage, comme semblent le démontrer les recherches portant sur les applications éducatives des systèmes informatiques médiatisant la communication, menées par Hiltz, au New Jersey Institute of Technology, ainsi que par de nombreux autres chercheurs.

Ce projet de recherche est donc axé sur la problématique entourant la construction d'une situation didactique qui nécessite un comportement actif de la part de l'étudiant et qui l'amène à entrer en interaction avec d'autres apprenants, dans un environnement technologique supportant la communication et la résolution de problèmes.

1.1 Enoncé du problème

Dans l'enseignement collégial actuel, la théorie constructiviste de l'apprentissage est largement acceptée, si l'on en juge à partir des nombreux projets de recherche et d'intervention situés dans ce cadre de référence. Il en va de même pour la nécessité qui en découle, de conférer un rôle actif à l'apprenant. Le problème ne se situe donc pas au niveau théorique, mais bien dans le passage de la théorie à la pratique. D'une part, le contenu à couvrir dans les cours est souvent considérable et l'effectif des groupes relativement élevé. D'autre part, la tentation pour l'enseignant de reproduire avec ses étudiants, les méthodes d'enseignement qui furent utilisées avec lui par ses professeurs est grande. Enfin, l'étudiant lui-même, par inclination naturelle ou induite, semble se satisfaire assez facilement d'un rôle passif.

Si la nécessité de proposer à l'étudiant des activités qui lui donneront un rôle actif est largement reconnue dans notre milieu, il n'en va pas de même pour la pertinence de favoriser les interactions entre les apprenants. On connaît peu de résultats de recherche formels au sujet du rôle des interactions sociales dans la construction personnelle du savoir. Quant à l'enseignement, il est davantage orienté, comme il se doit, vers la pratique, c'est-à-dire vers l'élaboration d'activités et de modèles d'organisation de la classe, que vers la compréhension des mécanismes.

Il existe des activités de classe dans l'enseignement collégial qui font appel à la dynamique du groupe comme moteur du développement cognitif et affectif. En effet, tout enseignant qui a recours à la discussion ou au travail en équipe fait appel aux ressources du groupe. Mais si la situation n'est pas nouvelle, elle n'en présente pas moins un certain nombre de difficultés à l'implantation, et les résultats atteints ne sont pas toujours à la hauteur des attentes.

Ainsi que le souligne Beckwith (1987), les difficultés qui s'opposent au succès dans le travail de groupe, aussi bien en milieu scolaire qu'en milieu de travail, sont nombreuses.

La première est de constituer des petits groupes dans lesquels l'expertise nécessaire sera présente. Une tâche plus délicate encore consiste à structurer les échanges de façon que les premières idées ne soient pas perdues mais servent de fondements pour édifier la suite; que des individus ne monopolisent pas l'attention, le contenu ou les solutions; que l'expertise appropriée soit canalisée au bon endroit et au bon moment; que la solution se construise de façon systématique et systémique par approximations successives; que la créativité ne cède pas tout le terrain à la rationalité, ou vice-versa; et enfin, que chacun dispose du temps qui lui est nécessaire pour digérer, repenser, reformuler et restructurer les idées et l'information émergentes.

Pour toutes ces raisons, mais surtout parce qu'il existe peu de modèles de référence, il est difficile d'implanter dans la classe des structures innovatrices favorisant l'activité de l'étudiant et la collaboration dans le processus d'apprentissage. Il n'est donc pas surprenant que l'approche traditionnelle basée sur l'exposé magistral, la discussion en classe et l'étude individuelle, demeure le choix des enseignants dans 80% des cas (McCord, 1985).

Dans une publication récente, Corriveau (1991) fait un bilan qualitatif de la formation dispensée dans les cégeps. Malgré le succès reconnu de la formation technique et, à un degré moindre, de la formation pré-universitaire, écrit-elle en substance, on reconnaît généralement que les étudiants issus des collèges possèdent des connaissances dans des domaines fort variés, mais on soutient que ces connaissances sont souvent superficielles et surtout, que les étudiants sont incapables de les utiliser, encore moins de les intégrer en un savoir qui puisse être appliqué. Au plan des habiletés intellectuelles, on déplore également des lacunes, si bien que certains sont d'avis que l'on devrait accorder moins d'importance à l'apprentissage des concepts, pour insister davantage sur sur le développement d'habiletés transférables: analyse et synthèse, créativité, esprit critique et auto-critique, qui permettront à l'étudiant de continuer plus tard lui-même sa propre éducation. Enfin, on souligne le peu d'attention accordé au développement des qualités personnelles: autonomie, responsabilité, initiative, créativité, qui sont

indispensables aux études et dans la carrière et sans lesquelles l'étudiant restera toujours dépendant de son maître.

La maîtrise de la langue est aussi un sujet majeur de préoccupation. Si 20% des étudiants écrivent très bien le français à leur entrée au cégep, 60% en ont une connaissance plutôt médiocre et les derniers 20% présentent des lacunes que plusieurs jugent irrécupérables. Qui plus est, l'enseignement du français au collégial ne réussit pas à pallier à ces lacunes, puisqu'environ 50% des étudiants échouent le test de français administré à l'entrée à l'université.

Au delà des difficultés en français écrit, on perçoit des difficultés à exprimer sa pensée, à construire un raisonnement, à défendre un point de vue, bref à communiquer, avec quelque outil que ce soit.

En résumé, les critiques adressées à l'endroit de la formation collégiale font état de la superficialité des connaissances, de l'absence de liens entre la théorie et la pratique, du manque d'intégration des savoirs disciplinaires ainsi que de la pauvreté des moyens d'expression et de communication. Il en résulte une moins bonne préparation aux études supérieures, où l'on assume que l'étudiant a construit des concepts et maîtrisé des habiletés qui lui permettent de prendre en mains son propre apprentissage. La préparation à entrer sur le marché du travail, lequel exige de plus en plus une solide formation de base et une capacité à travailler au sein d'un équipe aux compétences diversifiées est également mise en doute par bon nombre d'employeurs.

Ce constat n'est pas particulier au système collégial québécois, au contraire. Il est plutôt l'héritage d'une longue tradition en éducation, imposée entre autres par des conceptions différentes du processus d'apprentissage et du rôle de l'enseignement, ainsi que par l'absence de moyens technologiques qui auraient permis de faire les choses autrement.

1.2 Solution proposée

Pour améliorer la qualité de la formation dispensée au collégial, il importe de développer des approches qui mettent à profit les acquis de la recherche sur l'enseignement et l'apprentissage.

Susciter des comportements actifs

Les principes de la pédagogie moderne, inspirés largement par les travaux de Piaget et Bruner, affirment qu'enseigner ne consiste pas à transmettre des connaissances, pas plus qu'apprendre ne se réduit à les absorber. L'apprentissage est la construction par approximations successives, réalisée par l'apprenant lui-même, de structures mentales dans lesquelles sont représentées des connaissances déclaratives et procédurales de tous ordres, y compris des stratégies qui lui serviront à apprendre davantage. Dans ce processus, l'apprenant doit assumer le rôle principal, car lui seul peut fixer ses objectifs et faire en sorte que des apprentissages soient effectivement réalisés.

Cette conception de l'apprentissage fait de l'enseignement une fonction de soutien qui précède et accompagne l'apprenant tout au long de sa démarche. L'enseignant efficace est celui qui conçoit et propose à ses étudiants des situations didactiques comprenant des objectifs, des activités, un matériel et des approches appropriés, qui suscite et entretient chez eux le goût et le besoin d'apprendre, et met à leur disposition des moyens variés pour y arriver, tout en assurant l'aide nécessaire au cheminement d'apprentissage.

La recherche sur l'apprentissage a montré hors de tout doute que des comportements actifs produisent de meilleurs apprentissages (Bower et Hilgard, 1981). Ainsi, on apprend mieux à partir d'un texte si, au lieu de le parcourir des yeux, de l'entendre lire et commenter par un professeur, on formule des questions sur ce texte, si l'on y cherche les réponses et si l'on récapitule mentalement ces réponses. L'efficacité de cette méthode est encore accrue si l'apprenant procède par écrit plutôt que verbalement. De même, la rétention de l'information est facilitée si l'on se construit une explication personnelle des

faits impliqués plutôt que de lire une explication générée par une autre personne.

Favoriser les interactions entre les apprenants

Commentant la position piagétienne qu'il avait adoptée dans ses travaux antérieurs centrés sur l'enfant pris comme sujet isolé, Bruner reconnaît qu'il en est venu à considérer la majorité des apprentissages dans la majorité des situations, comme des activités partagées par un groupe. C'est en entrant en interaction avec les autres individus qui l'entourent, pairs et professeur, et avec le groupe, qu'un individu construit et reconstruit son monde. Ce faisant, il apprend non seulement ce qu'il était déjà lui-même suffisamment préparé à connaître, mais il apprend aussi ce que son groupe savait presque déjà. Dans cette perspective, l'apprentissage n'est plus un processus exclusivement cognitif, mais bien un processus motivationnel et psycho-social basé sur la création et la re-création de l'identité même de l'individu.

Cette compréhension de l'apprentissage rejoint celle de Vygotsky (1978), selon lequel le développement de toutes les habiletés cognitives d'ordre supérieur ont leur origine dans, et se développent à partir de l'internalisation qu'un apprenant fait de ses interactions avec les autres. "Toutes les fonctions du développement d'un enfant," affirme-t-il, "apparaissent deux fois: d'abord au niveau social, et plus tard, au niveau individuel; d'abord entre les individus (niveau interpsychologique), puis à l'intérieur de l'individu (niveau intrapsychologique). Ceci s'applique aussi bien dans le cas de l'attention volontaire que de la mémoire logique ou de la formation des concepts. Toutes les fonctions d'ordre supérieur ont leur origine dans les relations qui prennent place entre les individus."

Explorer le potentiel des technologies nouvelles

On trouve maintenant dans plusieurs collèges, des laboratoires de micro-ordinateurs reliés en réseau, mais cette technologie a été plutôt utilisée jusqu'ici pour le partage des logiciels et des périphériques. Il est certain que cette technologie a un potentiel beaucoup plus élevé, entre autres pour faciliter la communication à l'intérieur d'un groupe de travail.

Davies (1989) affirme que les technologies interactives apportent à l'éducation plus que leur potentiel comme outils d'enseignement et d'apprentissage: leur raffinement et leur popularité sont maintenant tels qu'elles soulèvent également de multiples questions en rapport avec la nature du processus d'apprentissage, à savoir entre autres, si des environnements différents favorisent des apprentissages différents.

Les métaphores utilisées jusqu'ici pour caractériser les applications éducatives de la technologie informatique font de l'ordinateur un tuteur ou un outil d'apprentissage (Self, 1985). L'apparition des réseaux locaux et étendus et de logiciels supportant le travail d'un groupe suggère une nouvelle métaphore, celle qui fait d'un réseau une classe virtuelle, ou une classe sans murs. Cette métaphore, formulée par une équipe du New Jersey Institute of Technology, sous la direction de Hiltz et Turoff, est largement utilisée dans la recherche portant sur les applications éducatives des réseaux de communication.

Amener l'élève à résoudre des problèmes

Parmi toutes les activités susceptibles de conférer un rôle actif à l'apprenant, la résolution de problèmes occupe une position privilégiée. Utilisée depuis toujours en éducation parce qu'elle donne à l'étudiant l'occasion d'appliquer le savoir appris, elle jouit d'une popularité accrue depuis qu'on a reconnu que l'activité humaine se fonde essentiellement sur la résolution de problèmes et qu'on a fait du développement des habiletés de résolution de problèmes, un objectif de formation fondamentale.

En milieu scolaire, la résolution de problèmes est généralement une activité individuelle. La résolution de problèmes en groupe place l'élève dans une situation fort différente où il sera amené à formuler ses idées avec clarté et précision, à les mettre en valeur et à les défendre, tout en acceptant de prendre en ligne de compte les idées mises de l'avant par ses collègues. C'est pourquoi la résolution de problèmes collective apparaît comme particulièrement prometteuse pour le développement cognitif et social de l'étudiant.

La voie que ce projet de recherche proposait d'étudier, pour enrichir les pratiques en usage au collégial, dans le but ultime d'améliorer la qualité de la formation qui y est dispensée, était donc d'utiliser les technologies qui médiatisent la communication à l'intérieur des groupes pour concevoir une situation didactique basée sur la résolution de problèmes, situation qui permettrait de confier un rôle actif à l'apprenant et miserait sur les interactions sociales dans la construction personnelle du savoir.

CHAPITRE 2

DES APPROCHES ACTIVES ET INTERACTIVES

Introduction

Ce projet se situe dans le domaine de la recherche à caractère à la fois technologique et éducatif, qui étudie le potentiel offert par les environnements informatiques pour médiatiser la communication orientée vers l'apprentissage. Ce chapitre présente quelques résultats établis à ce jour et précise la contribution que ce projet propose d'apporter à ce domaine de recherche.

L'étude des divers aspects de la communication médiatisée par ordinateur est récente. Elle a été effectuée principalement dans deux contextes: celui du travail de bureau relié à l'exercice de professions axées de façon importante sur le traitement de l'information et celui de la recherche en éducation.

2.1 La psychotechnologie

Le travail en équipe assisté par ordinateur[1] (TEAO) est un champ de recherche interdisciplinaire, centré sur le rôle de l'ordinateur dans le travail de groupe, qui a émergé au cours de la récente décennie. Il prend ses racines dans les travaux du visionnaire Vannevar Bush qui, en 1945, prédisait qu'éventuellement, les technologies qui permettent d'emmagasiner l'information produiraient des bases de données tellement vastes qu'on ne saurait les gérer avec les moyens alors disponibles. C'est pourquoi il proposait une structure associative pour enregistrer, localiser et consulter cette information. Bien qu'il se soit trompé sur la technologie par laquelle ce changement arriverait (le microfilm), Bush avait tout à fait raison de croire que nous allions être submergés par la quantité d'information que la technologie permettrait d'accumuler.

---

[1] C'est par cette expression que nous désignerons dans ce texte l'expression *Computer-supported cooperative work (CSCW)* utilisée dans la littérature américaine.

Le TEAO s'inspire également des premiers travaux d'Engelbart (1963, 1968, 1982, 1984) à qui on doit la notion d'outils qui augmentent la puissance de l'intellect, ainsi que de ceux de Licklider (1978), qui ont pour objet l'étude des facteurs humains dans les systèmes de communication et la construction d'interfaces qui facilitent la communication homme-machine. Enfin, on doit à Winograd (1988), des résultats concernant le langage comme dimension fondamentale de toute activité de coopération.

Selon Greif (1988), les questions examinées par le TEAO touchent tous les aspects de la collaboration assistée par ordinateur dans les petits et les grands groupes. Comment planifier le travail collectif pour prendre avantage de ce médium puissant? Quels types de logiciels doivent être développés? Comment le travail en groupe sera-t-il défini et redéfini pour canaliser le potentiel offert par l'homme et par la technologie? Pour obtenir des réponses à ces questions, on a recours aux méthodes et aux concepts mis au point dans diverses disciplines, dont l'informatique, l'intelligence artificielle, la psychologie, la sociologie, les théories organisationnelles et l'anthropologie.

Les technologies qui servent de support au TEAO sont principalement le courrier électronique, le système de télé-conférence et les divers logiciels de type *groupware*, destinés à soutenir l'ensemble des échanges qui peuvent prendre place dans un groupe de travail: messages, discussions, résolution de problèmes, prises de décisions ... La question de recherche fondamentale du TEAO est la suivante: comment concevoir et perfectionner des logiciels qui permettront aux humains de travailler ensemble avec le meilleur support qu'il est possible d'obtenir de l'ordinateur?

La psychotechnologie est le nom par lequel on désigne depuis peu l'étude des extensions que la technologie apporte à l'esprit humain. Les résultats établis dans ce champ de recherche-développement se présentent donc principalement sous la forme d'études sur les diverses composantes du travail en groupe, ainsi que de logiciels qui soutiennent et facilitent la communication et le travail à l'intérieur d'un groupe. Bien que ces outils ne soient pas destinés au milieu scolaire, certains peuvent néanmoins contribuer à la

construction d'un environnement propice à l'apprentissage.

2.2 La classe virtuelle

Il a fallu peu de temps pour que le milieu de l'éducation s'intéresse au potentiel éducatif des systèmes informatisés de communication. Dans ce domaine, la contribution la plus importante est probablement celle de Hiltz et Turoff, à la direction d'une équipe du Computerized Conferencing & Communications Center, localisé au New Jersey Institute of Technology. Dès 1982, en effet, cette équipe publiait un rapport comparant les résultats obtenus dans un groupe engagé dans la résolution de problèmes, selon que l'aide était apportée par un animateur humain ou un système informatisé d'aide à la prise de décisions (Hiltz, Johnson, Turoff, 1982).

Depuis cette date, les expériences portant sur des situations d'apprentissage dans lesquelles cette technologie était transposée se sont multipliées. C'est ainsi que les notions de classe virtuelle et d'apprentissage basé sur la collaboration dans l'environnement créé par un système de communication médiatisée par ordinateur, ont été mises au point.

Hiltz (1988) définit la classe virtuelle comme un environnement d'enseignement et d'apprentissage localisé à l'intérieur d'un système de communication médiatisée par ordinateur. Ses objectifs sont d'abord d'ouvrir à des étudiants et des enseignants séparés par la distance ou le temps, l'accès à des expériences éducatives de pointe et en second lieu, d'améliorer la qualité et l'efficacité de l'éducation en utilisant l'ordinateur pour soutenir un processus d'apprentissage basé sur la collaboration.

Selon Hiltz, l'apprentissage coopératif met l'accent sur les efforts de coopération entre étudiants et professeurs, la participation active, l'interaction et le savoir qui émerge d'un dialogue entre les participants qui partagent information et réflexions. Ce concept de savoir émergent est repris par Whipple (1987), selon lequel il résulte de l'interaction, et non de la sommation, des compréhensions de chacun de ceux qui contribuent à sa

formation.

Au cours des années, l'équipe de Hiltz (1990) a pu expérimenter l'approche de la classe virtuelle dans plusieurs cours portant sur des disciplines différentes: informatique, sociologie, administration, mathématiques et statistiques. A partir d'un schéma quasi-expérimental, les chercheurs ont utilisé les résultats scolaires pour obtenir une mesure objective de l'efficacité de cette approche. Une différence significative favorable à la classe virtuelle a été obtenue dans le cas du cours d'informatique. Quant aux mesures subjectives obtenues à partir de l'évaluation que font les étudiants, elles montrent une variance considérable entre les individus: dans l'ensemble, environ 50% des étudiants sont favorables à l'environnement de la classe virtuelle, 25% sont neutres et 25% préfèrent l'environnement traditionnel. Les résultats obtenus dans ce contexte pédagogique montrent que, dans le cas d'apprenants matures et motivés, ce mode d'apprentissage est plus interactif et plus efficace que la classe traditionnelle.

Les travaux de Hiltz sont basés sur la conviction que les technologies de communication ont le potentiel d'augmenter l'accès à et l'efficacité de l'apprentissage de niveau collégial. Les applications développées se présentent comme des façons alternatives de dispenser l'enseignement dans les cours du programme. Dans notre projet, l'accent est mis sur la résolution de problèmes comme activité d'apprentissage.

2.3 Autres expériences

On retrouve également dans les universités canadiennes plusieurs expériences liées à l'utilisation de la communication informatique à des fins d'apprentissage. Linda Harasim (1987), de l'Ontario Institute for Studies in Education, analyse la contribution qu'un système de télé-conférence peut apporter à l'enseignement gradué dispensé sur un campus universitaire. Elle affirme que les avantages perçus par les étudiants: plus grande interactivité, accès aux connaissances et au soutien du groupe, environnement démocratique, disponibilité continuelle du système, motivation accrue et amélioration des habiletés de lecture et d'écriture, surpassent les inconvénients rapportés: surabondance d'informa-

d'information, asynchronicité, limites de la capacité de concentration et fatigue visuelle.

Dans ce même contexte, McCreary et van Duren (1987) proposent une typologie des fonctions éducatives que peut remplir un système de communications informatisé. Les fonctions soumises à l'expérimentation à l'Université de Guelph sont les suivantes:

1. le babillard
2. le tutoriel public, c'est-à-dire le lieu où les étudiants posent des questions d'éclaircissement sur la matière enseignée
3. le projet individuel (rédaction d'un essai, d'un travail quelconque)
4. la discussion libre
5. le séminaire structuré
6. l'aide par les pairs
7. la base de données collective
8. le produit collectif: v.g. étude de cas réalisée par une équipe
9. la prise de décisions collective
10. les interactions diverses entre groupes séparés par la distance ou le temps.

Miller (1991) rapporte une expérience d'utilisation d'un logiciel de communication sur réseau local dans le cadre d'un cours de littérature anglaise. Cette approche, appréciée par la majorité des étudiants, semble avoir des effets positifs sur la maîtrise de la langue écrite et les comportements orientés vers l'apprentissage.

Par ailleurs, dans le contexte de l'éducation à distance, les applications de cette approche pédagogique sont évidentes et nombreuses sont les études à cet effet. Kaye (1987) conclut que les défis posés par l'introduction de cette technologie à la British Open University sont reliés à l'ampleur du projet, la difficulté d'intégrer les activités et l'optimisation des opérations. Ahola-Sidaway et al. (1990) mettent l'accent sur l'importance de la socialisation dans la réussite d'une expérience auprès d'administrateurs scolaires.

Toutes les applications rapportées ci-dessus concernent l'enseignement post-secondaire. Il existe cependant des expériences de cette approche à d'autres niveaux. Plusieurs d'entre elles (Hart, 1987, Newman et Goldman, 1987) font état de projets menés à

l'élémentaire ou au secondaire, au cours desquels des élèves de plusieurs pays ont collaboré à des projets d'apprentissage. D'ailleurs, des expériences semblables sont actuellement en cours dans les écoles primaires du Québec et de l'Ontario.

2.4 Un modèle de résolution de problèmes

Beckwith (1987) propose un modèle explicite pour l'implantation de la résolution de problèmes collective sur système de télé-conférence. C'est ce modèle même qui a servi de point de départ à notre propre expérimentation.

Beckwith définit la résolution de problème collective de la façon suivante:

> *Group problem-solving is the mutual creation of an original, synergistic and synectic process - using relevant media and human and nonhuman resources - that will yield an original and systemic product specifically designed to satisfy a substantial and verified social need that has not been sufficiently satisfied through traditional means.*

Au départ, donc, un groupe qui doit réunir des personnalités et des compétences diverses et utiliser toutes les ressources disponibles, y compris celles de la pensée créatrice, des métaphores et des analogies, pour créer un processus. Ce processus original doit permettre d'apporter une solution à un problème clairement identifié et qu'il avait été jusque là impossible de résoudre, en adoptant un point de vue systémique, c'est-à-dire en tenant compte de toutes les variables et relations impliquées dans la situation.

Dans cette définition, l'espace des problèmes est réduit aux problèmes sociaux, qui comptent effectivement parmi les plus complexes à résoudre. D'autres définitions incluent l'ensemble des problèmes suffisamment complexes pour présenter un intérêt et un défi à un groupe.

Dans le modèle de Beckwith, le succès de la démarche dépend de l'aptitude des individus à manifester des comportements appropriés, dont il dresse une liste non exhaustive. Il va de soi que l'apparition des comportements n'est pas séquentielle mais itérative.

- Exécuter:
. absorber et manipuler l'information nouvelle
. apprendre des habiletés interactives
. imiter les performances des autres
. expérimenter des stratégies de cognition et d'évaluation nouvelles ou modifiées
. suspendre temporairement le jeu des approximations successives.

- Enregistrer/traiter/recouvrer:
. contrôler et appliquer l'information pertinente
. absorber et manipuler l'information nouvelle
. absorber et manipuler le feed-back sur la performance à date.

- Analyser:
. découvrir les composantes de ses performances personnelles et de celles des autres
. étudier les processus de pensée et d'introspection en cours.

- Réorganiser/intégrer/synthétiser:
. établir des liens entre des éléments d'information non reliés à première vue
. construire, à partir de l'information existante, une voie vers la solution du problème

- Communiquer:
. partager des stratégies heureuses et malheureuses
. réagir et répondre aux stratégies des autres
. verbaliser ses processus de pensée et d'introspection
. représenter visuellement des réalités possibles

Si ce processus de résolution de problème est complexe pour l'individu, il l'est encore plus pour le groupe. Celui-ci doit en effet pouvoir se représenter, à partir d'un ensemble de conditions données ou possibles, un système orienté vers un but précis; analyser les relations existant entre les composantes de la situation afin de décrire adéquatement l'état actuel et l'état idéal ou désiré; développer, valider et modifier des hypothèses au sujet de relations existantes et potentielles; analyser les relations entre les composantes du système (ressources matérielles et humaines, information) et enfin, construire des approximations successives menant à la solution.

Ces procédures impliquant les individus et les groupes peuvent se dérouler simultanément. Mais, dans la résolution de problèmes collective, il n'est pas nécessaire que

chaque individu soit maître dans l'art d'appliquer chacune de ces procédures. En fait, les comportements qui entrent en interaction à l'intérieur même de l'individu, peuvent se développer ou se raffiner durant le processus de résolution, produisant ainsi un apprentissage. Aussi le bénéfice le plus précieux attendu de l'approche collective à la résolution de problèmes est-il de donner à chaque participant l'occasion de lier son caractère unique à celui des autres participants dans la poursuite de buts altruistes valables et gratifiants.

On retrouve les comportements observés ou attendus par Beckwith dans une grille d'analyse des interactions. Elaborée à partir des grilles de Bales (1950), Flanders (1961) et Weilanders (1971), cette grille peut servir à l'observation, au contrôle et à l'évaluation du processus de résolution de problèmes, ou comme instrument de recherche.

Pour favoriser la résolution de problèmes par le groupe, Beckwith préconise l'application des quelques principes heuristiques que voici:

- **dynamisme**: l'interactivité de la communication permet à chacun de contribuer à la solution en bâtissant à partir des contributions apportées par les autres sujets. Le résultat recherché n'est pas un ensemble de propositions ordonnées de façon séquentielle, mais le processus de convergence des esprits par la modification des idées;

- **anonymat**: la propriété individuelle des idées peut engendrer la compétition ou la crainte de partager. L'anonymat favorise la propriété conjointe et le partage des responsabilités, et peut-être la créativité;

- **accessibilité**: le système doit être suffisamment convivial pour permettre un accès facile aux communications;

- **contrôle**: pour qu'une communication productive puisse prendre place, les usagers d'un système doivent avoir un niveau de contrôle suffisant sur le média: fonctions de rappel, d'édition et de sauvegarde des fichiers, possibilité de changer les formats de sortie...

- **catalyse**: cette fonction, qui consiste simplement à assurer que les quatre autres principes ne soient jamais violés, peut être assumée par un intervenant extérieur au groupe ou par un membre du groupe lui-même.

Enfin le système informatique lui-même doit posséder un certain nombre de caractéristiques techniques supportant la communication interactive, entre autres les suivantes:

- un éditeur offrant de bonnes capacités d'édition: ajouter, retrancher, effacer, condenser, élaborer, rechercher, remplacer, recopier...

- des communications anonymes ou signées d'un pseudonyme choisi par l'utilisateur et connu de lui seul;

- un système de codification et de classification évolutif permettant l'accès à une information potentiellement intéressante;

- une analyse continue des types d'entrées qui provoquent les plus hauts niveaux d'interaction/communication/coopération, traduite sous forme de consignes affichées périodiquement sur le système;

- la communication synchrone;

- la recherche et la localisation de textes à partir de n'importe quel système d'accès.

Beckwith fait état des résultats établis par lui-même ou par d'autres chercheurs suite à l'expérimentation de cette activité. D'abord une mise en garde: le passage du statu quo à l'état idéal ne se fait pas facilement; on semble même n'avoir obtenu à ce jour, écrit-il en 1987, que des succès limités. Les conclusions des recherches d'alors font état d'une réduction significative du niveau de tension pouvant exister entre novices et experts, ou entre les experts eux-mêmes (Hiltz et al., 1978); d'un respect plus grand des personnes, quels que soient leur statut ou leur degré d'expertise (Turoff, Hiltz, 1983); et de consensus établis plus facilement ou rapidement (Kaye, 1985). La recherche concentre actuellement ses efforts à bonifier ces résultats, et à éliminer les contraintes dues aux habitudes, à la crainte et aux difficultés de perception, ainsi qu'à la technologie.

2.5 But et objectifs du projet

Tel qu'annoncé en introduction à ce rapport, la nature de ce projet était d'explorer les applications pédagogiques de la résolution de problèmes par le groupe, dans l'environnement créé par un courrier électronique implanté sur réseau local de micro-ordinateurs,

dans le but de contribuer à l'enrichissement du savoir dans le domaine de l'apprentissage coopératif et d'élargir le champ des pratiques éducatives au collégial. Situé dans le contexte des travaux évoqués ci-dessus, ce projet proposait de dégager quelques résultats sur la nature des apprentissages réalisés par les étudiants soumis à cette approche.

Les objectifs spécifiques de ce projet étaient les suivants:
1. construire un modèle permettant d'implanter un processus de résolution de problèmes par le groupe, orienté vers l'apprentissage;
2. vérifier la validité de ce modèle;
3. étudier son applicabilité en milieu collégial.

Il va de soi qu'avant d'étudier les possibilités offertes par une situation didactique, il convient de la cerner en décrivant ses principales caractéristiques: objectifs, activités proposées, matériel utilisé, comportements attendus, animation, évaluation. L'ensemble de ces caractéristiques constitue ce que nous appelons le modèle de la situation didactique. Son élaboration, à partir du modèle élaboré par Beckwith, constituait l'objectif premier de cette recherche.

Alors que le premier objectif de la recherche s'attaquait au "Comment procéder?" et au "Quoi faire?" le second objectif s'intéressait plutôt au "Pourquoi le faire?" ou au "Qu'est-ce que ça donne?" Le second objectif de la recherche était de vérifier la validité de ce modèle, c'est-à-dire de vérifier dans quelle mesure son implantation crée un véritable processus collectif de résolution de problèmes et quels types d'apprentissages peuvent en résulter. Pour atteindre cet objectif, le résultat du travail des étudiants a été analysé à la fois comme produit et comme processus.

Enfin, il paraissait pertinent de déterminer, au moins dans ses grandes lignes, l'utilité de cette activité dans l'enseignement collégial, c'est-à-dire les conditions dans lesquelles elle peut ou pourra être appliquée.

2.6 Portée et limites de la recherche

Cette recherche exploratoire a été réalisée grâce à la collaboration volontaire d'étudiants attirés par les nouvelles technologies et le caractère inédit de l'activité qu'on leur proposait. Leur enthousiasme et leur créativité ont été d'un apport considérable à la recherche.

Comme la participation des sujets était volontaire et non aléatoire, les conclusions de cette recherche ne peuvent être extrapolées indistinctement à l'ensemble de la population collégiale. Toutefois il est raisonnable de penser qu'il existe dans tous les collèges, des étudiants présentant des caractéristiques analogues à celles des étudiants ayant participé à la recherche. D'autre part, rien n'indique que cette approche ne puisse convenir à des étudiants présentant un profil scolaire et cognitif autre. La motivation des étudiants à s'engager dans cette activité était grande soit, mais existe-t-il des raisons qui justifient qu'on impose à des étudiants des approches qui ne les motivent pas au départ?

Diverses contraintes ont été vécues au cours de cette recherche menée sur le terrain: arrêt de travail qui a retardé le début de l'expérimentation; manque de disponibilité des équipements pendant les heures normales de travail, périodes d'examens qui mobilisent toute l'énergie des étudiants pendant une ou deux semaines. Ce ne sont là que les contraintes usuelles des situations qui impliquent des individus et des groupes et où d'innombrables variables, connues et inconnues, simples et complexes entrent en jeu. Le fait que nous vivions dans un environnement où le changement et les turbulences font partie du quotidien ne simplifie rien et réduit le degré de contrôle sur la situation expérimentale.

Cette recherche a permis de construire un modèle de la situation didactique et d'étudier les comportements des étudiants qui y étaient soumis expérimentalement. Elle a fourni des indices quant aux résultats et aux effets qu'il est permis d'attendre d'une telle activité. Elle a enfin permis de formuler des hypothèses qui pourront être vérifiées expérimentalement par la suite.

De l'avis de tous, les télécommunications feront partie de l'environnement d'apprentissage dans un avenir très rapproché. Le jour n'est pas loin où les étudiants utiliseront leur ordinateur personnel pour entrer en communication avec leurs professeurs et avec les autres membres de leur groupe. A mesure que progressent la technologie et les sciences de l'éducation, le nombre d'approches possibles en enseignement augmente en flèche. Il en résulte un besoin urgent et permanent d'évaluer et de documenter soigneusement toutes les stratégies d'interventions avant de les introduire dans les pratiques. Nous espérons que les résultats de cette recherche, si modestes soient-ils, puissent contribuer à jeter quelque lumière sur la résolution de problèmes interactive.

CHAPITRE 3

PLAN DE L'EXPÉRIMENTATION

Introduction

La situation expérimentale comportait un grand nombre de variables, liées entre elles par des relations plus nombreuses encore. La connaissance que nous en avions ne permettait pas d'énoncer des hypothèses au sujet de ces différents construits. C'est pourquoi nous avons opté dès le départ pour une recherche à caractère exploratoire, orientée vers une meilleure compréhension des phénomènes à l'étude.

Ce projet consistait à explorer les applications pédagogiques de la résolution de problèmes par le groupe, dans l'environnement créé par un courrier électronique implanté sur réseau local de micro-ordinateurs, en milieu collégial. L'exploration portait sur divers aspects de cette nouvelle activité à caractère didactique: environnement informatique, contenu et structure, modèle d'animation et d'encadrement, effets sur l'apprentissage et la formation des étudiants et enfin, applicabilité en milieu collégial.

Cette recherche visait donc à la fois à connaître et à agir, ou plutôt, à agir pour mieux connaître et comprendre. La méthodologie utilisée fut celle de la recherche-action telle que définie par de Bruyne (1974) et Dubost et Lüdemann (1977), suivant les enseignements de Lewin et ses disciples. Comme on le sait, le concept de recherche-action recouvre des pratiques très variées qui combinent à des degrés divers l'action directe dans un milieu concret et la tentative d'aboutir à des connaissances ayant une certaine portée. Conformément aux stratégies préconisées dans ce cadre méthodologique, nous avons introduit un changement dans le milieu naturel d'apprentissage, à savoir, l'activité collective de résolution de problèmes sur réseau informatique et simultanément, nous avons étudié les conditions et les résultats de l'expérience effectuée. Les étudiants et les responsables de l'expérimentation furent

intégrés à l'équipe de recherche sur un pied d'égalité, quoique dans des rôles différents. Tout au long de la recherche, les résultats observés progressivement donnèrent lieu à des échanges qui servirent de base à la clarification des questions à l'étude, ainsi qu'à la poursuite de l'action.

On trouvera dans ce chapitre une description des principaux éléments constituant le schéma expérimental.

3.1 Contexte général de la recherche

L'expérimentation a eu lieu au Collège de Sherbrooke à la session d'automne 1989. Les activités de résolution de problèmes en groupe ont été proposées aux étudiants en dehors du cadre scolaire régulier, à titre d'activité éducative libre. Ces activités ont eu lieu pendant les mois d'octobre et de novembre, afin de dégager les étudiants pour la période intensive de remise des travaux et de préparation aux examens de fin de session.

3.2 Le déroulement de l'expérimentation

L'expérimentation se déroula en cinq temps: le recrutement, la séance d'information, la période de formation, la résolution de problèmes et l'évaluation du processus. Les opérations démarrèrent dès la rentrée d'août 1989 et prirent fin le 30 novembre.

3.2.1 Le recrutement

Les participants à la recherche furent recrutés au moyen d'une invitation publiée dans le bulletin d'information hebdomadaire du collège, le Cégep-Inter, et d'une tournée d'un certain nombre de groupes-cours en mathématiques. Le premier moyen adressait donc l'invitation à l'ensemble de la population étudiante du collège, alors que le second sollicitait la participation d'étudiants orientés plus particulièrement vers les sciences et les techniques physiques et administratives.

Le plan initial prévoyait également une tournée d'information dans les programmes ne comprenant pas de mathématiques, mais un arrêt de travail vint bouleverser l'échéancier

prévu et la sollicitation s'arrêta aux groupes visités avant l'arrêt de travail. L'objectif de cette opération était de recruter une trentaine d'étudiants, dans l'espoir de former quatre équipes de travail.

La réalisation de nombre de projets de recherche est soumise à diverses circonstances incontrôlables qui en changent le déroulement. Ce fut le cas de ce projet. Au 10 septembre, 65 étudiants s'étaient déclarés intéressés à assister à une séance d'information sur le projet, séance prévue pour les 19 et 20 septembre. Un arrêt de travail ayant mené à reporter ces rencontres aux 3 et 4 octobre, 15 seulement de ces 65 étudiants s'y présentèrent, de même que 14 étudiants nouvellement recrutés. De ces 29 étudiants, 27 signifièrent leur intention de participer à la recherche et 3 se désistèrent dès le début, ce qui stabilisa à 24 le nombre d'étudiants qui furent considérés comme participants à la recherche. Il y eut d'autres désistements en cours d'expérimentation, la principale raison invoquée étant le manque de temps à consacrer à cette activité extra-curriculaire.

3.2.2 La séance d'information

L'objectif de la séance d'information était de donner aux étudiants tous les renseignements nécessaires et de répondre à leurs questions concernant le projet de recherche et le déroulement de l'expérimentation. A cette occasion, on leur communiqua le but et les objectifs du projet, le déroulement prévu et le type de participation attendu (Annexe 1). On fit valoir également les bénéfices que les étudiants pourraient retirer de cette expérience: développement de nouvelles habiletés, initiation à la recherche et contribution au développement des pratiques de l'enseignement collégial. Ils reçurent de plus l'assurance que cette activité ne serait en aucune façon reliée à l'évaluation des apprentissages ni au bulletin cumulatif de l'étudiant.

A l'issue de cette séance, et pour garantir le sérieux du projet, une entente écrite fut signée conjointement par les animatrices et chacun des étudiants, entente qui précisait ce à quoi s'engageaient respectivement les parties (Annexe 2).

Enfin, cette rencontre fut aussi l'occasion d'administrer un premier questionnaire (Annexe 3) visant, outre la cueillette de quelques renseignements nominatifs, à cerner l'expérience antérieure des étudiants sur l'ordinateur et le réseau, leurs attentes par rapport au système informatique utilisé au cours de l'expérimentation et leur intérêt pour le projet.

Cette séance d'information fut dispensée à des heures différentes au cours de deux journées consécutives, soit les 3 et 4 octobre, pour accommoder le plus grand nombre possible d'étudiants.

3.2.3 Les sessions de formation

Le but de ces sessions étaient de permettre aux étudiants d'acquérir les connaissances et les habiletés de base nécessaires pour s'engager dans la résolution de problèmes en groupe sur réseau informatique.

Chaque session comportait des objectifs liés à la communication par l'intermédiaire d'un réseau, la résolution de problèmes et le travail de groupe. Des exercices spécifiques étaient proposés en rapport avec ces objectifs.

La première session visait plus particulièrement à initier les élèves au système de courrier électronique, la seconde au logiciel MathCAD et la dernière à leur présenter les étapes d'une démarche collective de résolution de problèmes.

Ces sessions de deux heures chacune nécessitaient la présence simultanée des étudiants dans un même laboratoire. Les étudiants furent donc répartis en deux groupes et l'on fixa l'horaire des sessions de formation en fin de journée, en fonction de la disponibilité des étudiants. Ces sessions eurent lieu entre le 11 et le 18 octobre. Un total de 24, 20 et 21 étudiants se présentèrent aux 3 sessions de formation. Quelques étudiants ne participèrent donc pas à toutes les activités de formation offertes. Certains d'entre eux demandèrent et reçurent, par la suite, une formation individuelle accélérée à l'utilisation des logiciels.

L'animation de ces sessions était assurée par les responsables de l'expérimentation, dont l'une est professeure au Département de mathématiques et l'autre, anciennement du même département, occupe maintenant des fonctions au Service de la recherche et du développement du Collège de Sherbrooke. L'animation se faisait principalement par l'intermédiaire du réseau, à partir d'un poste attenant au laboratoire dans lequel étaient réunis les étudiants et, au besoin, par interaction directe avec les étudiants.

3.2.4 La résolution de problèmes

Techniquement, cette activité consistait pour les étudiants, à communiquer entre eux au moyen du courrier électronique et en utilisant, au choix, le logiciel MathCAD, pour construire des solutions aux problèmes proposés. La communication se faisait sous le couvert de l'anonymat, chaque étudiant s'étant au préalable choisi un pseudonyme. Les consignes stipulaient que la communication devait se faire uniquement par l'intermédiaire du réseau. Cette mesure était évidemment destinée à permettre de recueillir l'ensemble des interactions constituant la solution des problèmes, ce qui n'aurait évidemment pas été possible si une partie du travail s'était faite verbalement et à l'écart du processus de groupe observé.

Le rôle des animatrices consistait à dispenser les énoncés, rappeler les consignes, répondre aux demandes d'aide, stimuler les interactions et donner du feedback aux individus et aux équipes, en utilisant les mêmes logiciels et moyens de communication.

3.2.5 L'évaluation

Une dernière rencontre avec les étudiants ayant participé à la recherche eut lieu le 30 novembre. À cette occasion, on fit un retour sur le processus expérimental. Les étudiants s'exprimèrent verbalement et émirent plusieurs suggestions et commentaires fort constructifs, qui sont présentés plus loin. Enfin, 19 d'entre eux remplirent un second questionnaire (Annexe 4) destiné à recueillir leur évaluation du processus expérimenté.

3.3 Cueillette et traitement des données

Au cours de ses recherches portant sur les apprentissages réalisés dans la classe virtuelle, Hiltz (1990) rapporte avoir utilisé deux types d'évaluation, soit:

1. des questionnaires pré- et post-expérimentation, pour mesurer entre autres, les attitudes et les attributs des étudiants avant et après l'expérimentation, et leur appréciation de la qualité des processus éducatifs;

2. l'analyse de l'activité, en termes de quantité et de qualité: nombre d'entrées en ligne, nombre de contributions et proportion par rapport au processus de groupe, atteinte des objectifs dans les tâches proposées aux étudiants, matrice des comunications individuelles, etc.

Conformément aux suggestions de Hiltz, nous avons eu recours à ces deux types d'évaluation, soit les questionnaires administrés avant et après l'expérimentation et l'analyse du processus de groupe. De plus, des notes prises sur le terrain furent consignées dans un journal de bord tenu par les animatrices.

La compilation et l'analyse des questionnaires, qui comprenaient un grand nombre de questions ouvertes, se fit manuellement. Des statistiques descriptives (moyenne, fréquence) furent établies en rapport avec un certain nombre de variables. Les conclusions de cette analyse, de même que les points saillants du journal de bord, sont intégrées à la présentation des résultats aux chapitres 4, 5 et 6.

Cependant, les données les plus importantes de cette recherche étaient contenues dans les copies sur imprimante des mémos du Courrier électronique et des fichiers MathCAD produits par les étudiants et les animatrices pour résoudre les problèmes et assurer l'animation et l'encadrement de la démarche.

Pour les fins de la compilation et de l'analyse de contenu, ces documents furent enregistrés dans une base de données. Pour analyser les protocoles de résolution de problèmes, nous disposions de deux instruments: la grille d'analyse des interactions proposée par Beckwith à partir des instruments bien connus de Bales (1950), Flanders (1961) et Weilanders (1971) et le modèle en dix étapes mis au point dans le cadre de cette expérimentation à partir de principes généraux de résolution de problèmes (Annexe 5).

La grille d'analyse des interactions de Beckwith dut être traduite et adaptée au contexte de la recherche, pour tenir compte des caractéristiques du processus observé. Plusieurs interactions apparaissant à cette grille furent regroupées, à la fois pour limiter le nombre d'interactions et parce qu'il était souvent difficile de faire une discrimination entre deux comportements très voisins. Ces interactions regroupées sont précédées d'un astérisque (*) à l'Annexe 5. De plus, cinq nouvelles interactions dont la grille ne faisait pas mention, mais qui furent observées à plusieurs reprises dans les différents protocoles de résolution furent ajoutées à la grille. Ces dernières sont identifiées par un symbole d'addition (+).

Au moyen des deux instruments décrits ci-dessus, les protocoles de résolution de problèmes soumis par les équipes furent analysés, à la fois comme produit (solutions des problèmes) et comme processus (construction interactive de la solution). Les détails de cette analyse font l'objet des chapitres 5 et 6.

3.4 Modifications par rapport au schéma initial

Le schéma final adopté pour cette recherche diffère du schéma initialement prévu en trois points: la durée de l'expérimentation, l'environnement informatique et le nombre d'étudiants engagés dans la recherche.

Le plan initial prévoyait que l'activité de résolution de problèmes pourrait s'étendre sur une période de deux mois entiers. Le retard à démarrer le projet fit que l'activité de

résolution de problèmes commença pendant les sessions de formation, soit vers la mi-octobre, pour se terminer le 26 novembre. On consacra en tout 16, 15 et 14 jours respectivement à la résolution de chaque problème.

Le schéma initial prévoyait également que la construction des solutions se ferait dans des fichiers MathCAD et que le courrier électronique serait utilisé uniquement pour les échanges d'information. Dans les faits, le logiciel MathCAD ne fut que peu utilisé, car il ne correspondait pas exactement aux besoins de la situation. De plus, parce qu'ils l'utilisaient peu, les étudiants n'atteignirent pas un niveau d'habileté suffisant pour tirer pleinement profit des capacités de ce logiciel.

Enfin, alors qu'il était initialement prévu de ne réunir qu'une seule équipe de 8 étudiants, l'opération de recrutement en rassembla 24, ce qui permit de porter à 4 le nombre d'équipes. Dû à ce nombre accru de participants, l'initiation aux logiciels fut donnée en groupe plutôt qu'individuellement.

Cette dernière modification eut pour effet d'enrichir considérablement la situation expérimentale mais également, de rendre plus complexe le traitement et l'analyse des données.

CHAPITRE 4

LE MODELE DIDACTIQUE

Introduction

Les résultats de cette recherche auraient pu être présentés suivant l'ordre chronologique du déroulement de l'expérimentation, en traitant successivement chacun des problèmes et des questionnaires. Cette façon de procéder, qui aurait consisté à rapporter l'analyse de onze protocoles de résolution et de deux questionnaires, aurait été à la fois longue et répétitive. C'est pourquoi la présentation des résultats a été organisée autour des objectifs de cette recherche, soit la conception du modèle et l'étude de sa validité et de son applicabilité.

En conformité avec le premier objectif de cette recherche, qui était de mettre au point et d'expérimenter un modèle de résolution de problèmes par le groupe sur réseau informatique local, on trouvera dans ce chapitre une description critique du modèle expérimenté. Huit variables y sont traitées successivement soit, la clientèle, l'environnement technologique, la configuration informatique, le matériel, les activités, l'organisation du travail de groupe, l'intervention pédagogique et l'évaluation.

4.1 La clientèle

Un premier questionnaire avait été administré aux étudiants avant le début de l'expérimentation. Il avait pour but, outre la cueillette de quelques renseignements nominatifs, de qualifier l'expérience des étudiants en regard du travail sur ordinateur et de faire connaître leurs attentes et les raisons de leur intérêt envers cette démarche expérimentale. Les résultats du Questionnaire 1 sont présentés au Tableau 1.

TABLEAU 1 COMPOSITION ET CARACTERISTIQUES DES EQUIPES						
VARIABLES		ÉQUIPES				TOTAL
		1	2	3	4	
AGE	17 ans	1	2	-	-	3
	18 ans	4	3	4	3	14
	19 ans	1	1	2	3	7
SEXE	masculin	6	4	5	4	19
	féminin	-	2	1	2	5
PROGRAMME D'ETUDES	Sciences de la nature	3	4	4	5	16
	Tech. systèmes ordinés	3	2	2	-	7
	Sciences humaines (adm.)	-	-	-	1	1
EXPÉRIENCE ANTÉRIEURE SUR ORDINATEUR	novice	-	-	-	-	-
	utilisation occasionnelle	1	2	3	2	8
	connaissance des logiciels-outils*	3	4	3	4	14
	connaissance de la programmation*	4	2	2	2	10
HABILETÉ AU CLAVIER	inexistante	-	-	-	-	-
	élémentaire (technique des 2 doigts)	3	2	3	2	10
	moyenne (doigté mais peu de pratique)	1	-	1	2	4
	bonne (25 mots/min. peu d'erreurs)	2	4	2	2	10
	excellente	-	-	-	-	-
CONNAISSANCE DE LA COMMUNICATION PAR RÉSEAU INFORMATIQUE	oui	2	1	1	1	5
	non	4	5	5	5	19
ACCÈS À L'ORDINATEUR EN-DEHORS DU COLLÈGE	oui	4	4	6	2	16
	non	2	2	-	4	8

* Note: Ces deux catégories ne sont pas mutuellement exclusives.

Les trois premières variables (âge, sexe et programme d'études) font connaître le profil de la partie étudiante de l'équipe de recherche. La majorité des étudiants étaient âgés de 18 ans et plus, et 79% étaient de sexe masculin. Pour ce qui est du programme

d'études le Tableau 1 révèle que, des 24 étudiants faisant partie de l'équipe de recherche, 16 en étaient à leur troisième session en sciences de la nature, 7 étaient inscrits en première session dans le programme de Technologie des systèmes ordinés et 1 provenait du programme de sciences humaines, option administration.

Le Tableau 1 révèle également que 67% des étudiants avaient une bonne connaissance de l'ordinateur (traitement de texte, chiffrier, langages de programmation), que leur habileté au clavier était plutôt moyenne, que la plupart (79%) n'avaient pas d'expérience antérieure de la communication par réseau informatique et qu'une bonne majorité (67%) avaient accès à un ordinateur personnel à la maison. De ces derniers, 14 déclaraient disposer d'ordinateurs de marques IBM ou compatibles et 2 d'appareils de marque Apple.

Le Questionnaire 1 avait aussi pour objectif de faire connaître les attentes et la motivation des étudiants en rapport avec cette activité. Le Tableau 2 rapporte les résultats recueillis à ce sujet.

On y lit que la majorité des étudiants avaient des attitudes positives envers les logiciels, qu'ils percevaient comme faciles à apprendre et à utiliser, conviviaux et performants (cotes variant de 4.78 à 5.53)[1]. On constate également qu'ils s'attendaient à en retirer un développement des habiletés cognitives et techniques (cotes variant de 4.50 à 5.00), et que leurs attentes par rapport au développement des habiletés d'interactions sociales étaient moins élevées (cote égale à 2.20). Les raisons invoquées pour justifier la participation au projet relevaient largement de l'intérêt pour la communication informatique, de l'originalité du projet et de la perspective d'être initiés à la recherche scientifique. Ce ne sont donc pas les activités d'apprentissage en tant que telles, résolution de problèmes et travail en groupe, qui les y avaient attirés. Enfin, parmi les autres raisons, était évoqué le plaisir de résoudre des problèmes et d'élargir ses

[1]Toutes les cotes mentionnées dans ce rapport sont sur une échelle de 1 à 7, 7 représentant toujours le pôle positif. Les cotes moyennes ont été calculées en posant l'hypothèse que les perceptions s'étalaient de façon continue sur l'intervalle [1,7].

connaissances, en particulier dans le domaine de l'informatique.

TABLEAU 2 ATTENTES DES ÉTUDIANTS (PRÉ-EXPÉRIMENTATION)

VARIABLES		ÉQUIPES				MOYENNE *
		1	2	3	4	
ATTENTES AU SUJET DU SYSTEME INFORMATIQUE	Facile vs difficile à apprendre	5.66	4.66	5.66	5.50	5.37
	Facile vs difficile à utiliser	5.00	4.66	4.80	4.66	4.78
	Convivial vs non convivial	5.50	4.66	5.50	5.50	5.29
	Performant vs non performant	6.16	5.00	5.33	5.66	5.54
DÉVELOP. D'HABILETÉS COGNITIVES		6.00	6.00	5.20	4.50	5.43
DÉVELOP. D'HABILETÉS SOCIALES		4.00	4.00	4.50	2.20	3.68
DÉVELOP. D'HABILETÉS TECHNIQUES		4.67	4.67	5.00	5.00	4.84
VARIABLES						TOTAL **
MOTIVATION	Intérêt pour communication informatique	3	3	2	2	10
	Résolution de problèmes	1	-	-	-	1
	Travail en groupe	1	-	1	-	2
	Nouveauté, originalité du projet	4	2	1	3	10
	Initiation recherche scientifique	1	3	4	3	11
	Autres	-	1	1	1	3

Notes: N= 24
* Les notes sont sur une échelle de 1 à 7, où 7 est le plus positif.
** Le total dépasse 24 car les sujets pouvaient cocher plus d'une raison.

L'équipe était donc à prédominance masculine et orientée en presque totalité vers l'étude des sciences et des technologies physiques. Conformément au devis initial, la plupart des étudiants possédaient une bonne connaissance de l'ordinateur et étaient confiants en leur capacité à maîtriser de nouveaux outils. Ils se disaient disposés à investir temps et énergie pour explorer de nouvelles activités, pour réaliser des apprentissages, dans la mesure où leurs occupations scolaires allaient le leur permettre. L'expérimentation montra

qu'ils étaient capables de porter un jugement critique sur l'environnement qu'on leur avait proposé et relativement exigeants par rapport à la performance des outils disponibles.

Ce groupe d'étudiants ne constituait pas un échantillon représentatif de la population collégiale. Il comportait de toute évidence, un biais par rapport aux variables programme d'études et sexe, biais attribuable au moins en partie au mode de recrutement utilisé. Une sollicitation plus active dans les programmes de sciences et de technologies physiques a causé une sur-représentation des étudiants orientés vers les sciences et la technologie, au détriment des autres programmes d'études. Elle a favorisé du même coup une sous-représentation des filles, celles-ci étant peu nombreuses dans les programmes de techniques physiques. Il serait toutefois intéressant de chercher à connaître pourquoi les filles étaient également sous-représentées dans l'échantillon provenant du programme de sciences où elles constituent à peu près la moitié de l'effectif. Diverses hypothèses ont été avancées pour expliquer ce phénomène. L'une veut que les filles, étant plus centrées sur la tâche et la performance scolaire, soient en général portées à consacrer moins de temps aux activités extra-curriculaires. Une autre voudrait que les filles soient généralement moins attirées vers les outils technologiques, dont l'ordinateur. Une troisième soutient que cette tendance trouve son origine dans le système d'éducation lui-même. Cette recherche n'a pas permis d'accréditer l'une ni l'autre de ces hypothèses, mais il serait pertinent de chercher à comprendre et expliquer ce phénomène pour apporter les correctifs nécessaires au système d'éducation, si celui-ci est en cause.

Pour les fins de cette recherche, il était toutefois moins important d'obtenir un échantillon représentatif de la population collégiale, que de rassembler des étudiants enthousiastes, dont une partie au moins possédaient déjà une connaissance de l'environnement informatique, et susceptibles d'apporter une contribution à l'élaboration et à la mise au point du modèle. En effet, selon le modèle de la recherche-action, les étudiants n'étaient pas considérés comme des sujets, mais comme des participants à la recherche. Ils furent appelés à réagir aux différentes activités qui leur étaient proposées, et leurs commentaires et suggestions influencèrent, comme il se devait, le déroulement de la

recherche.

Les caractéristiques personnelles des étudiants engagés dans cette recherche expliquent sans doute au moins une partie du succès de cette activité dans le contexte de l'expérimentation. A l'issue de l'expérimentation, les étudiants ont exprimé l'avis qu'ils ne voyaient aucune raison pour que cette activité soit proposée aux seuls étudiants des sciences et techniques physiques. Ils ont recommandé que, lors de nouvelles expérimentations, les chercheurs aient des préoccupations pour la diversité des compétences aussi bien que pour la compatibilité des individus à l'intérieur des équipes. Des recherches ultérieures seront nécessaires pour déterminer l'accueil que d'autres clientèles pourraient réserver à cette activité et les effets susceptibles d'en découler.

4.2 L'environnement technologique

L'environnement expérimental était constitué d'un réseau de 4 laboratoires répartis dans 3 pavillons du collège. Chaque laboratoire était équipé de 18 appareils compatibles IBM, dotés de 640 Ko de mémoire vive, d'un processeur 8086 et d'un co-processeur 8087 (écran couleur CGA, dans 3 labs, EGA dans le dernier). Ces appareils étaient reliés en réseau par la version 2.0a du logiciel de réseau Novell. Les étudiants avaient accès à ces laboratoires aux heures dites de libre service, soit en moyenne, pour l'ensemble des 4 laboratoires, 70 heures par semaine.

Deux logiciels faisaient partie de l'environnement initial: le système de Courrier électronique Netware (1986) de Novell et le logiciel de résolution de problèmes, MathCAD, version 2.0 de MathSoft. Nous disons bien "environnement initial", car les étudiants décidèrent d'eux-mêmes d'utiliser d'autres logiciels: QUICKBASIC, Lotus, WordPerfect, ainsi que des logiciels servant à effectuer l'approximation polynomiale.

La version utilisée du Courrier électronique[2] consiste principalement en un éditeur doté de fonctions élémentaires qui permettent de rédiger des textes et de les corriger au moyen des touches d'effacement. Les autres fonctions du logiciel sont l'envoi et la réception de textes (mémos) et l'archivage. Chaque mémo doit être identifié au moyen d'un nom attribué par l'auteur. Le système affecte automatiquement au mémo le nom de l'envoyeur, la date et l'heure de l'envoi, ainsi qu'un numéro séquentiel servant à l'archivage.

Quant au logiciel MathCAD, il est dédié essentiellement à la résolution de problèmes comportant l'utilisation des mathématiques. Outre des fonctions mathématiques étendues (calcul numérique, calcul différentiel et intégral, calcul statistique, résolution de systèmes linéaires...) ce logiciel offre un éditeur de textes dans lequel, en plus d'éditer des textes, il est possible de définir des fonctions et des variables. Il offre enfin un module de représentation graphique des fonctions décrites par des équations, ainsi que des données statistiques.

Le choix du courrier électronique s'imposait de lui-même puisque ce dernier était le seul logiciel de communication disponible. Comme il était dépourvu de fonctions numériques et graphiques, nous avions choisi de compléter cet environnement destiné à supporter la résolution de problèmes en y ajoutant MathCAD. Cependant, dû à une formation insuffisante, à l'absence de fichier d'aide et de manuel de référence adéquat ou à des difficultés de manipulation inhérente au logiciel lui-même, la plupart des étudiants développèrent une certaine aversion pour ce logiciel.

Le Tableau 3 présente les perceptions que les étudiants avaient des logiciels utilisés, une fois l'expérimentation terminée. Ces données ont été recueillies au moyen du Questionnaire 2.

---

[2]Nous ne pouvons nous permettre d'énumérer ici toutes les fonctions assurées par les deux logiciels utilisés au cours de cette recherche. Nous nous bornerons donc à les décrire rapidement et nous renvoyons le lecteur aux manuels de référence de ces deux logiciels pour plus de détails.

TABLEAU 3 PERCEPTIONS DES ÉTUDIANTS (POST EXPÉRIMENTATION)						
VARIABLES		ÉQUIPES				MOY-ENNE
		1	2	3	4	
PERCEPTIONS DU COURRIER ELECTRONIQUE	Facile vs difficile à apprendre	6.20	6.00	6.00	6.67	6.22
	Facile vs difficile à utiliser	5.40	6.20	6.16	7.00	6.19
	Convivial vs non convivial	4.80	4.60	5.16	5.67	5.06
	Performant vs non performant	2.80	2.80	4.50	4.67	3.69
PERCEPTIONS DE MATHCAD	Facile vs difficile à apprendre	4.40	4.20	4.16	2.67	3.86
	Facile vs difficile à utiliser	4.00	4.00	3.67	3.00	3.67
	Convivial vs non convivial	4.20	4.40	4.16	1.67	3.61
	Performant vs non performant	3.80	2.40	1.40	3.33	2.73

On lit, au Tableau 3, que les étudiants ont jugé le Courrier électronique plus facile à apprendre et à utiliser que prévu, légèrement moins convivial et beaucoup moins performant qu'ils ne l'avaient anticipé. Ils ont été déçus, entre autres, par les fonctions limitées de l'éditeur, l'absence de fonctions numériques et graphiques et l'incompatibilité du courrier avec les fichiers produits par d'autres logiciels.

La satisfaction est beaucoup moins élevée par rapport à MathCAD, au sujet duquel les perceptions sont toutes plus négatives que les attentes. Il faut admettre que les étudiants n'ont jamais fait de MathCAD qu'une utilisation de niveau élémentaire, sans aller au bout des possibilités de ce logiciel. Cependant, les difficultés qu'ils ont connues à travailler dans l'éditeur, pour composer des expressions mathématiques ou pour définir des variables et des fonctions, ainsi que le grand nombre de commandes à mémoriser leur ont enlevé le goût d'explorer plus avant les capacités de ce logiciel. Il faut dire que le traitement des erreurs de syntaxe dans l'éditeur est impitoyable; un novice peut perdre

beaucoup de temps et épuiser ses réserves de patience avant de pouvoir rédiger des expressions complexes sans voir apparaître le message d'erreur qui oblige à recommencer du début! Dans cet environnement, l'utilisation de la souris aurait présenté un avantage considérable. Enfin, il aurait été très commode de pouvoir faire des diagrammes ou dessins à main levée.

Suite à cette expérimentation, nous sommes en mesure de préciser certaines caractéristiques qui devraient être présentes dans un environnement adapté à la résolution collective de problèmes.

Pour être accessible à une large catégorie d'usagers dotés de compétences et de caractéristiques différentes, le logiciel de communication doit être simple à apprendre et à utiliser, car l'ordinateur n'est pas ici objet mais outil d'apprentissage. On privilégiera donc un environnement à menus affichés de façon permanente à l'écran, de façon à minimiser l'effort de mémorisation des commandes. Un fichier d'aide sous forme de fenêtres superposées, accessible en tous points du logiciel, supprimera la nécessité de fréquents recours au manuel de référence. Le traitement des erreurs doit être convivial et donner à l'usager la possibilité de corriger ses erreurs plutôt que de l'obliger à recommencer du début. Enfin, il est souhaitable de pouvoir utiliser une souris pour les déplacements dans le document et l'entrée des données.

Même s'il respecte les principes de l'ergonomie, ce logiciel ne sera simple à utiliser que s'il s'exprime dans la langue de l'usager. Les logiciels de courrier utilisent généralement un langage proche de la langue naturelle, mais cet avantage est perdu pour l'usager si cette langue n'est pas la sienne. Ainsi, par exemple, s'il était facile à nos étudiants de mémoriser la commande SAVE, à cause de l'analogie avec le français, il était plus compliqué pour eux de formuler correctement des commandes plus complexes, du type REMOVE ALL MEMOS SENT BEFORE OCTOBER 15. Notons enfin que les textes édités sont beaucoup plus difficiles à lire quand les accents et autres signes particuliers au français manquent, et qu'il n'est pas facile alors d'inciter les étudiants à produire des

textes sans fautes.

En second lieu, et bien que nous fassions de la simplicité la qualité première d'un logiciel destiné à soutenir l'apprentissage chez des clientèles variées, nous croyons que ce logiciel doit également être performant: la plupart des étudiants n'en sont plus à leurs premières armes avec l'informatique et ils ont développé, à juste titre, des exigences dans ce domaine. Dans cette perspective, un tel logiciel devrait offrir toute la gamme des fonctions de base que l'on retrouve actuellement dans les logiciels intégrés: fonctions d'édition, de calcul, de dessin, de manipulation et de représentation des données. Il devrait en outre permettre l'importation de fichiers produits dans d'autres logiciels.

Tout doit être mis en oeuvre pour faciliter la communication. Le destinataire d'un mémo doit pouvoir éditer non seulement les textes qu'il envoie mais aussi ceux qu'il reçoit. Il devrait également savoir qui a reçu les mêmes messages que lui. Idéalement, un logiciel de communication devrait supporter la communication synchrone; une fonction devrait permettre à l'usager de savoir si un autre membre de son équipe est en ligne et de communiquer directement avec celui-ci s'il le désire.

Enfin, pour les fins de la recherche, le système devrait être pourvu d'un certain nombre de fonctions de contrôle: numérotation globale des mémos enregistrée de façon permanente en mémoire, liste des auteurs et des destinataires des mémos, accès aux mémos envoyés aux individus et non seulement à toute l'équipe, ce qui rendrait possible l'établissement de matrices de communication, analyse des types de messages qui suscitent le plus haut niveau d'interaction ... De telles fonctions pourraient être aussi éminemment utiles à l'enseignement qu'à la recherche.

4.3 La configuration informatique

La technicienne du Service informatique créa sur le réseau 25 usagers, soit 24 étudiants identifiés par leur pseudonyme et regroupés dans quatre équipes, ainsi qu'un usager PROF qui représentait indistinctement les deux animatrices et faisait techniquement partie

de toutes les équipes.

Par un mot de passe individuel, chaque usager avait accès aux deux logiciels courrier et MathCAD, avec des privilèges déterminés. Pour ce qui est du courrier, les étudiants pouvaient créer, éditer et envoyer des mémos personnels, recevoir, ouvrir, lire et fermer ces mémos, et effacer de leur boîte de courrier personnelle, les mémos reçus et envoyés. Pour ce qui est de MathCAD, les étudiants pouvaient créer et éditer des documents, les sauvegarder et les ramener, mais non les détruire. Cette mesure était destinée à préserver l'intégrité de la solution qui se construisait progressivement. Il était également possible de sauvegarder les mémos et les documents MathCAD sur une disquette personnelle.

Les mémos envoyés ou reçus étaient conservés dans la boîte de courrier personnelle de l'usager, dans un répertoire du disque rigide du serveur, créé lorsque l'usager utilisait le courrier pour la première fois. Les usagers étudiants avaient accès seulement à leur boîte personnelle, l'usager PROF à toutes les boîtes. Ce privilège peut paraître abusif, mais les limites du système ne permettaient pas d'autres moyens de consulter, pour les fins de la recherche, les mémos qui n'étaient pas envoyés à toute l'équipe. Les documents créés dans MathCAD étaient conservés dans le fichier de l'équipe, dans un autre répertoire du même disque. Il était possible d'envoyer des fichiers MathCAD dans les boîtes du courrier électronique, mais il était peu recommandé de le faire, car la lecture en était ardue à cause de tous les paramètres qui s'y trouvaient affichés. La procédure conseillée était d'avertir ses coéquipiers par mémo qu'un nouveau document MathCAD avait été créé.

En accédant au courrier, celui-ci fournissait automatiquement la liste des mémos reçus depuis la dernière interaction. L'étudiant pouvait les consulter immédiatement ou ultérieurement. Pour consulter son courrier, il disposait d'une sélection des mémos par titre, par date ou par expéditeur.

Pour un premier essai, cette configuration et ce mode de fonctionnement étaient satisfaisants. L'expérimentation se déroulait dans un environnement plus large dédié d'abord et avant tout au soutien de l'enseignement et le budget accordé au projet ne permettait pas d'affecter des ressources matérielles et humaines spéciales du côté de l'informatique. D'une pa[illegible]et état de choses plaçait la recherche dans un contexte réaliste; d'autre part, elle lui imposait des contraintes qui limitaient les actions des usagers et compliquaient le travail des chercheurs.

D'abord la contrainte liée à l'impression. La configuration du système ne permettait pas de regrouper un nombre donné de mémos dans un seul fichier pour les imprimer en bloc. La seule fonction d'impression disponible était la touche Shift PrintScreen. De plus, comme nous ne recevions dans la boîte PROF que les mémos envoyés à toute l'équipe et non les mémos envoyés à un ou plusieurs individus seulement, il fallait entrer également dans les 24 boîtes des usagers pour y repérer ces mémos individuels. On peut imaginer que plusieurs mémos échappèrent à notre attention, si ces mémos étaient détruits avant que nous ayons pu les consulter. Ce problème d'impression aurait pu être réglé si le projet avait pu compter sur un soutien informatique plus substantiel.

Une autre contrainte était liée au manque de flexibilité du système. Une fois les usagers et les équipes créés sur le réseau, il s'avéra extrêmement difficile d'obtenir des changements, pour corriger des fautes dans les pseudonymes choisis par les étudiants, pour créer de nouveaux usagers ou pour réaménager les équipes. Comme l'espace consenti au processus expérimental sur le disque rigide du serveur était limité, il fallait détruire les fichiers après chaque problème, ce qui entraîna les complications que l'on soupçonne: pseudonymes, boîtes et mots de passe détruits par erreur, accès refusé... Enfin, et toujours à cause de l'espace limité, les fichiers d'aide du courrier et de MathCAD ne furent pas implantés sur le réseau, avec les inconvénients que cela suppose pour les usagers.

C'est pourquoi nos recommandations sont à l'effet que, pour ce type de projets, il faudrait

prévoir un budget aussi bien pour l'achat de logiciels appropriés que pour le soutien informatique. Enfin, tant que le processus est en phase expérimentale, il serait avantageux de le tenir dans un lieu réservé à l'expérimentation, où les étudiants et les chercheurs pourront conjuguer leurs efforts et donner libre cours à leur imagination et à leur créativité.

4.4 Le matériel

Outre l'environnement technologique décrit ci-dessus, le matériel utilisé dans le cadre de cette approche expérimentale comprenait des fascicules techniques portant sur l'utilisation du courrier électronique et de MathCAD, rédigés pour les fins de ce projet à l'intention des étudiants, à partir des manuels de référence en anglais. On rédigea également des fascicules d'exercices pour chacune des trois sessions de formation.

Le fascicule concernant le système de courrier électronique était un document de sept pages donnant des explications sur les différentes caractéristiques du logiciel: l'écran d'affichage, la fenêtre d'information, la boîte de courrier personnelle, les types de documents, les attributs du courrier, le format des commandes et une liste par ordre alphabétique des commandes (11) et des touches d'édition usuelles, ainsi que des exemples.

Les étudiants apprécièrent ce fascicule et s'en servirent à bon escient. Parce qu'ils avaient à coeur, non seulement de tirer le rendement maximum de cet outil, mais encore d'en comprendre le fonctionnement, le système de courrier électronique n'eut bientôt plus de secrets pour eux, même lorsque tout ne fonctionnait pas tel que prévu. A preuve, ce mémo daté du 21 novembre, et qui faisait la lumière sur la commande EXPRESS, qui devait permettre à un usager en ligne de demander à un autre usager en ligne, d'interrompre son travail pour prendre connaissance d'un mémo urgent qu'il venait tout juste de lui adresser.

```
40: Memo "PROF" from SYLVESTRE                          Tuesday, Nov 21, 11:36
####################################################################
Nous (creature et sylvestre) avons trouve pourquoi le memo expresse ne fonctio
ne pas car le reseau n'est plus "caston.com" demande a christiane Poirier et
elle va comprendre car l'ans passe le reseau a eu des probleme avec des
etudiant qui envoyait des mesage a tout une classe en cour et pour cela
Christiane a fait un "castoff.com" quand on rentre dans le reseau. pour que ce
fonction le memo  espresse il faut fait "caston.com" pour cela il faut avoir
le programme .

   de sylvestre
```

##

Si ce mémo montre la curiosité des étudiants et leur besoin de comprendre la mécanique du système, il illustre également la pauvreté de leurs moyens d'expression: 6 fautes de grammaire, 3 fautes d'orthographe, 2 omissions des dernières lettres d'un mot, mauvais usage de la ponctuation, des majuscules et construction de phrases boiteuses. Il apparaît que l'important pour l'étudiant était la découverte d'une explication pour ce qui était jusque là une énigme, d'où l'urgence à transmettre cette découverte.

Cet exemple met aussi en évidence, les lacunes de l'outil informatique comme outil d'expression en français: absence d'accents et autres signes particuliers au français, disposition des messages sur l'écran rendent difficiles la relecture et partant, la correction des textes. D'ailleurs, les mémos des animatrices ne seront pas complètement exempts de fautes...

Pour ce qui est du fascicule MathCAD, il consistait en un document manuscrit de 11 pages, résumant les caractéristiques jugées indispensables à connaître: clés de fonctions (42), opérateurs mathématiques, statistiques et autres (51), modes de définition des variables, des fonctions, des vecteurs et des matrices, manipulation des fichiers y compris celle des fichiers de données, édition et impression. Ce fascicule, de même que le temps consacré à l'initiation à ce logiciel, furent jugés insuffisants par les étudiants.

Un fichier d'aide adéquat, intégré au logiciel, aurait pu suppléer avantageusement à ces fascicules, sans toutefois supprimer entièrement leur nécessité, certains usagers préférant consulter le texte écrit. De façon générale, alors que l'aide élémentaire gagne à être intégrée au logiciel, l'aide détaillée portant sur des notions d'approfondissement trouve sa place dans un document écrit.

Enfin, les fascicules d'exercices étaient des documents de quatre à neuf pages, qui proposaient des exercices visant la maîtrise des deux logiciels et une initiation au fonctionnement en groupe dans la résolution de problèmes.

La formation reçue au début de l'expérimentation fut jugée plutôt suffisante (cote 4.66 sur 7). Certains trouvèrent le rythme trop rapide, en particulier pour MathCAD que d'aucuns auraient voulu apprendre plus en profondeur car ils y voyaient des applications pour leurs cours de sciences et de mathématiques.

4.5 Les activités

Le choix des problèmes proposés aux étudiants constituait une opération des plus délicate, puisque tout ce qui allait se passer ou ne pas se passer au cours de cette recherche en dépendait dans une certaine mesure. Il s'était imposé dès le départ, que les problèmes à soumettre aux étudiants devaient être des problèmes ouverts, admettant une ou plusieurs solutions ou méthodes de solution, et autant que possible reliés à l'environnement des étudiants de façon à susciter leur intérêt. Dans le même ordre d'idées, il semblait intéressant que les problèmes comportent ou requièrent le recours à diverses techniques et stratégies de résolution de problèmes, entre autres, observer, reconnaître des régularités, recourir à des problèmes similaires, plus simples, à la représentation graphique et à la modélisation.

Enfin, il paraissait souhaitable que ces problèmes donnent aux étudiants l'occasion d'appliquer des connaissances qu'ils possédaient ou qui étaient à leur portée.

Un répertoire contenant une quinzaine de problèmes avait été construit durant la phase pré-expérimentale. Considérant les programmes de provenance de la majorité des étudiants participant à la recherche, un premier problème portant sur la hauteur de la résidence située sur le campus du collège fut proposé aux étudiants. Compte tenu de leurs réactions à cette première activité, deux autres problèmes, portant respectivement sur un système de codage et sur les conséquences de l'épidémie de peste qui sévit au XIVe siècle, leur furent proposés par la suite. Ces deux problèmes furent inspirés par des articles de la revue *Mathematics Teacher* (Gonzales et al., 1986 et Wood, 1987).

Comme on le verra au chapitre 5, il se trouva des étudiants qui apprécièrent de travailler sur chacun de ces problèmes. Cependant, lors de l'évaluation, plusieurs étudiants déclarèrent que les problèmes n'étaient pas suffisamment près de leur quotidien, c'est-à-dire de leurs préoccupations; qu'ils s'attendaient à travailler sur des problèmes plus complexes, qui se prêtaient davantage à la discussion, sur des questions sociales, psychologiques, économiques, culturelles, qui nécessitaient plus de recherches en bibliothèque et moins de travail avec les équations mathématiques.

Certains auraient préféré qu'on soumette aux équipes une liste de problèmes parmi lesquels chaque équipe aurait choisi celui ou ceux sur lesquels elle désirait travailler; d'autres suggéraient des problèmes tels: créer un jeu informatisé comportant dessin, musique, logique, informatique; créer une entreprise; d'autres enfin reprenaient à leur compte des énoncés que nous avions suggérés à titre d'exemples lors des séances d'information: déterminer si telle intersection à signaux lumineux située à proximité du collège est sécuritaire ou étudier la gestion des déchets toxiques au collège.

Pour guider le travail des étudiants, dont la plupart n'avaient reçu aucune formation sur les principes de la résolution de problèmes, un modèle dérivé des modèles élaborés par Polya (1945) et ses disciples fut proposé aux étudiants pendant les séances de formation.

Ce modèle comportait les dix étapes que voici:

1. formuler clairement le problème à résoudre
2. énoncer une hypothèse plausible
3. générer différentes méthodes possibles, les reformuler, référer à ces méthodes
4. identifier les données nécessaires pour appliquer ces méthodes
5. identifier, faire appel aux ressources du groupe
6. recueillir les données
7. traiter les données, les représenter, les transformer
8. appliquer la ou les méthodes retenues
9. formuler la ou les solution(s)
10. vérifier et critiquer la ou les solution(s).

Les étudiants s'approprièrent ce modèle dont toutes les étapes trouvèrent une application dans la résolution des problèmes proposés aux équipes. Le modèle s'avéra également utile comme outil d'analyse des protocoles de résolution (Annexe 5, suite).

4.6 L'organisation du travail de groupe

Les étudiants furent répartis en quatre équipes de six, de façon que la composition des équipes par rapport aux variables programme d'études et sexe fût à peu près équivalente. Chacun se choisit un pseudonyme qu'il utilisait pour signer ses communications. Le fonctionnement en équipes de six rencontra l'assentiment de tous les étudiants. Le travail en groupe fut jugé plutôt difficile (3.69 sur 7) mais intéressant (5.54 sur 7).

Les causes de ces difficultés sont nommées: manque de leadership, absence de coordination à l'intérieur des équipes, ce qui occasionnait un "*fouillis*" au départ; difficulté de prendre des initiatives et d'obtenir l'appui des autres membres; manque d'assiduité dans la participation; différences individuelles dans la disponibilité et le rythme de travail; absence de contact humain, côté impersonnel de l'activité et enfin, lenteur de la communication due à la lenteur de l'écriture au clavier.

Les raisons qui justifient l'intérêt sont également énumérées: nouveauté de la situation, initiation à de nouveaux logiciels, à la communication sur réseau informatique; perspective d'être initié à la recherche, à l'élaboration d'une nouvelle activité pédagogique; travail en équipe sur un gros problème "*où tous partent sur le même pied*"; défis présentés par les problèmes, la réflexion personnelle qu'ils requièrent; partage des réflexions et des découvertes et enfin, atmosphère entourant le fait de ne pas avoir son interlocuteur face à face.

Comme nous l'avons expliqué plus haut, le travail signé d'un pseudonyme, fut choisi dans cette expérimentation pour assurer l'anonymat des contributions, pour créer un espace de communication et de travail différent de celui de la classe et pour inciter les étudiants à communiquer par l'intermédiaire du réseau, afin d'éviter que la résolution des problèmes se fasse hors ligne, à l'écart du processus observé. Dans les faits, quelques étudiants, mais non la totalité, en vinrent à se connaître, et il est certain que certaines interactions reliées à la résolution des problèmes se firent verbalement. Mais dans l'ensemble, les étudiants comprirent le bien-fondé des règles du jeu et les respectèrent, appréciant même "l'atmosphère spéciale" créée par l'anonymat des communications.

L'utilisation d'un pseudonyme amenait-elle les étudiants à revêtir une identité nouvelle? C'est ce qu'on peut penser en examinant la variété des noms choisis: noms de scientifiques célèbres: DESCARTES, FREUD, (PASCAL n'eut qu'une très brève existence); personnages de bandes dessinées et de science fiction: VIPER, VE2-GUV... et enfin, noms fantaisistes: POPCORN, FOURIRE... qui semblent indiquer un refus d'être pris trop au sérieux.

L'effet de l'anonymat sur les interactions n'était pas objet d'étude au cours de cette recherche. A ce jour, nous ne croyons pas que cette variable ait un rôle particulièrement important dans un processus orienté vers l'apprentissage. Il serait toutefois intéressant de tenter d'en vérifier les effets sur certaines variables du processus, entre autres la créativité ou la compétitivité, tel que suggéré par Beckwith.

4.7 L'intervention pédagogique

L'animation du processus de résolution de problèmes se fit par interactions verbales, par l'intermédiaire du réseau et enfin, par divers médias de communication présents dans l'environnement.

Interventions verbales

Les animatrices intervinrent verbalement, au début des sessions de formation, pour donner une information élémentaire sur l'organisation du réseau et du système informatique. Au cours de l'expérimentation proprement dite, il y eut également quelques interventions verbales, dans les quelques cas où des étudiants se présentèrent en personne au département de mathématiques pour obtenir un complément de formation sur le système informatique ou des explications au sujet des problèmes, ou encore au hasard des rencontres dans les corridors ou les laboratoires.

Interventions par l'intermédiaire du réseau

La majeure partie de l'animation, pendant les sessions de formation et pendant l'expérimentation, fut assumée par l'intermédiaire du réseau. Pendant les sessions de formation, les interventions consistaient principalement à donner de l'information sur le réseau et les logiciels utilisés, à proposer une démarche de résolution de problèmes, à inviter les élèves à s'exprimer verbalement et par courrier sur le déroulement des opérations et à les encourager à communiquer sous le couvert de l'anonymat et exclusivement par l'intermédiaire du réseau. Le rythme de fonctionnement visé était de faire le relevé du courrier le midi et de réagir à la fin de l'après-midi. Dans la pratique, il s'avéra difficile de maintenir ce rythme, ce qui fut interprété par quelques étudiants comme une perte d'intérêt de notre part.

Nous reproduisons dans les pages qui suivent, quelques exemples de mémos rédigés pour les fins de l'animation.

Exemple 1: Consignes

```
 15: Memo "CONSIGNE" from PROF                          Tuesday, Oct 31, 10:09 am
##########################################################################
Subject: consignes de travail.

1. Afin d'eviter un engorgement du reseau, n'utilisez que la commande "SEND
MEMO nom TO eq-numero" pour envoyer votre travail a tous les membres de votre
equipe, mais a personne d'autre.
2. Eviter la correspondance qui n'a pas trait au probleme.
3. Vous influencez ceux a qui vous faites part de vos idees, c'est d'ailleurs
pour cela que vous communiquez!!
Afin de conserver l'originalite de la demarche de chaque equipe, qui est une
des dimensons qui nous interesse dans la recherche, essayez de ne communiquer
a propos du probleme qu'avec les membres de votre equipe et uniquement par le
reseau.

Jac et Marie-Jane

##########################################################################
      Press <F2> to view next item of mail, or CTRL/BREAK to stop viewing.
```

Exemple 2: Tâches

```
 44: Memo "TACHE2" from PROF                            Thursday, Oct 12,  6:05 pm
##########################################################################
Subject: Tache 2

Tache 2: Enoncer une hypothese plausible.

Comme ce probleme est un probleme de mesure, qui aura une reponse quantitative,
 l'hypothese pourrait porter sur la hauteur probable de l'edifice en question.
Chacun pourrait faire une estimation individuelle, et le groupe devrait
trouver un moyen de s'entendre sur une valeur estimee commune.

Resultat attendu: Hauteur estimee de la residence.

de : prof

##########################################################################
      Press <F2> to view next item of mail, or CTRL/BREAK to stop viewing.
```

Exemple 3: Soutien

```
Editing memo "LESVOILA"
################################################################################
Subject: La participation de tes collegues.

Tu vois qu'ils n'etaient pas tous hors d'usage!!! Nous pensons que si tu veux
les stimuler encore plus, il faudrait que tu lises attentivement le memo "JSL"
de Kevin et que tu lui reponde sur des points precis de son memo tout en
faisant valoir les points que tu avances personnellement afin d'elaborer une
SOLUTION QUI INCORPORE LES DEUX POINTS DE VUE, C'EST CA UNE SOLUTION COMMUNE.

Jac et Marie-Jane

################################################################################Line   9  Column 18##
          Press <F2> to save the memo, or CTRL/BREAK to cancel editing.
```

Exemple 4: Feedback

```
 17: Memo "BRAVO" from PROF                          Tuesday, Oct 31,  9:54 am
################################################################################
Subject: Bravo pour votre travail sur le premier probleme!


VOTRE FORCE: vous avez profite de l'etape d'estimation, que vous avez gardee
ouverte jusqu'a la fin de la demarche, pour approfondir votre comprehension
du probleme.

L'ECCUEIL QUE VOUS AVEZ LE MIEUX SU EVITER: le manque de materiel de precision
que vous avez remplace par des mesures multiples et judicieusement choisies,
tout en gardant a l'idee qu'elles etaient approximatives. On peut aussi dire
que le manque de participation autre que verbale de certains membres n'a pas
decourage ceux d'entre vous qui etaient plus decides. Bravo!.

Vous disposez d'un assez grand nombre de methodes, mais il aurait ete bon
d'examiner un peu plus en detail celles que vous avez rejetees. Il y en avait
de simples et efficaces.


EN CONCLUSION: le premier probleme n'etait qu'une operation de rodage. Chacun
a son poste pour le second!

Jac et Marie-Jane
################################################################################
```

Autres interventions

Deux autres types d'interventions furent pratiquées dans le cadre de cette expérimentation. Le Cégep-Inter, fut utilisé comme véhicule d'informations au moment du recrutement et à trois autres reprises, soit pour confirmer la tenue des séances d'information, annoncer les résultats établis au problème 1 et faire le bilan final de la démarche en remerciant les membres du personnel qui avaient collaboré avec la recherche (Annexe 6). Les objectifs de ces interventions étaient principalement d'informer la communauté sur le déroulement du projet, de valoriser le travail des étudiants participant à la recherche et d'entretenir le moral des troupes, étant donné l'absence de contact personnel.

Enfin, pour valoriser l'effort consenti par les étudiants participant à la recherche, les solutions finales proposées au problème 1 furent également affichées à l'extérieur des locaux du département de mathématiques, ce qui suscita beaucoup d'intérêt chez les étudiants en général (Annexe 7).

Au sujet de l'animation, les avis des étudiants sont partagés. Parmi les 19 répondants au deuxième questionnaire, 10 donnent une appréciation positive de l'aide assurée par les animatrices. On la qualifie de "*très bonne*", "*excellente*", "*très adéquate*", "*utile*" ("*je me rends compte que j'aurais dû plus en profiter*"). On la dit aussi "*suffisante*" ("*elle aurait été plus importante, on se serait senté étouffé*") et "*justifiée pour maintenir ou ramener le groupe dans la bonne direction.*"

Des commentaires plus négatifs proviennent de 3 autres répondants. De ceux-ci, 2 jugent l'aide apportée insuffisante dans certains cas, en particulier au démarrage des problèmes. Un troisième répondant écrit: "*L'animation ne devrait pas intervenir sur le contenu ou donner une direction à la recherche, car ceci est contraire à la démarche scientifique, mais devrait intervenir seulement pour encourager.*"

D'autres commentaires fort pertinents font la part des choses. Un premier participant

avoue: "*L'aide était bien au début, mais il y avait par la suite, semble-t-il, une perte d'intérêt de votre part.*" Un second abonde dans le même sens: "*Bonne au début (contrôlait), à la fin, mauvaise (ne contrôlait plus).*"

Les étudiants ont donc perçu, et certains, ressenti comme une démission de notre part, le fait que les animatrices aussi ont eu du mal à suffire à la tâche. Décidément, il y a beaucoup à apprendre à soumettre nos comportements au jugement de nos élèves!

Nous reviendrons plus loin sur le sujet.

4.8 L'évaluation des apprentissages

Les apprentissages réalisés par le moyen de cette activité expérimentale à caractère didactique ne sauraient être évalués uniquement en utilisant les modes traditionnels d'évaluation basés sur la maîtrise de contenus et l'atteinte d'objectifs. L'évaluation pratiquée au cours de cette recherche était de type qualitatif, puisqu'elle visait principalement à identifier et décrire les apprentissages réalisés.

Il va de soi que pour pratiquer l'évaluation sommative des apprentissages dans le contexte de l'enseignement, il serait nécessaire de construire des outils appropriés, les instruments utilisés au cours de cette recherche pouvant servir de point de départ à cet effet. On trouve également dans la littérature de recherche sur l'apprentissage coopératif, plusieurs systèmes et techniques d'évaluation qui ont été mis à l'épreuve pour l'apprentissage de plusieurs disciplines (Slavin, 1988, Johnson et Johnson, 1990, Good et al., 1990, Kagan, 1990)

Conclusion

Voilà donc, résumée en quelques pages, une description du modèle didactique expérimenté au cours de cette recherche. Si l'environnement technique et informatique n'offrait pas le support idéal pour représenter et communiquer l'information requise pour résoudre les problèmes proposés, il n'en a pas moins permis l'implantation d'un

processus riche en interactions orientées vers l'apprentissage. Le profil des étudiants et la qualité de leur participation ont certainement contribué largement au succès de cette première expérience.

CHAPITRE 5

LE PRODUIT: LA CONSTRUCTION DES SOLUTIONS

Introduction

Le second objectif de la recherche était de déterminer la validité du modèle conçu à partir de celui de Beckwith, c'est-à-dire de déterminer si l'implantation de ce modèle permet à un groupe de résoudre des problèmes et s'il en résulte des apprentissages. A cette fin, nous avons analysé le contenu des protocoles de résolution constitués par les échanges entre les étudiants d'une même équipe et consignés dans les documents du Courrier électronique et de MathCAD.

Les protocoles ont été analysés d'abord en tant que produit, c'est-à-dire en tant que solutions aux problèmes proposés. Dans un deuxième temps, on y a étudié le processus, soit la construction de la solution. Les résultats de la première analyse font l'objet du présent chapitre et ceux de la seconde analyse, du chapitre suivant. Le tout est précédé de données quantitatives sur la participation des étudiants à la démarche expérimentale.

5.1 Participation

Le Tableau 4 regroupe les données chiffrées concernant la participation et la persistance des étudiants.

TABLEAU 4 PARTICIPATION

Prob.	N. jrs	N. participants					N. textes					N. textes/ participant					Long. moyenne textes (lignes)				
		Equipes				Tot	Equipes				Tot	Equipes				Moy	Equipes				Moy
		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
1	16	6	6	6	6	24	111	135	116	118	480	18	22	20	19	20	3	4	6	7	5
2	15	4	4	2	4	14	35	48	35	42	143	9	11	18	10	10	11	13	12	13	12
3	14	3	6	.	4	13	20	29	.	36	85	7	5	.	9	7	20	13	.	14	16

A la lecture du Tableau 4, on constate que le nombre de participants est passé de 24 au problème 1, à 14 au problème 2, pour atteindre finalement 13 au problème 3. Il convient de signaler toutefois que, pour les problèmes 2 et 3, les étudiants qui ne faisaient sur le réseau qu'une apparition sporadique, sans contribuer de façon significative au processus de groupe, n'ont pas été comptés parmi les participants au moment de la compilation des résultats. On note en outre qu'une équipe est disparue au problème 3. En fait, sur la base de la participation au problème 2, comme il y avait diminution du nombre de participants dans l'ensemble du groupe, les équipes ont été réaménagées et les quatre étudiants de l'équipe 3 qui voulaient continuer à participer à la recherche ont été répartis entre les équipes 2 et 4.

Dans les circonstances de l'expérimentation, il était inévitable que de tels désistements se produisent. D'abord parce que la participation se faisait sur une base libre et volontaire, et qu'il était prévu dans l'entente initiale qu'un étudiant pouvait quitter le projet sur un simple avis de sa part. Ensuite, parce que le retard de deux semaines à démarrer le projet ne put jamais être rattrapé. D'une part, il paraissait important de soumettre trois problèmes différents aux équipes, afin de recueillir le plus d'information possible sur les comportements des étudiants dans cette situation et sur leurs réactions à cette activité. D'autre part, il était également important de respecter les engagements contractés envers les étudiants, notamment de les libérer avant la période de remise des travaux et des examens de fin de session. En conséquence, la période allouée à la solution de chaque problème dut être abrégée, bien que les étudiants aient été unanimes à réclamer plus de temps.

Pour ce qui est du volume global des échanges, le nombre total de mémos (708) décroît du problème 1 au problème 3, passant de 480 à 143 puis à 85, ce qui représente une diminution du volume des échanges de l'ordre de 82% entre le problème 1 et le problème 3. Ceci est évidemment largement attribuable à la diminution du nombre de participants. Cependant, comme la longueur moyenne des mémos va en augmentant, passant de 5

à 12 puis à 16 lignes, le volume global des échanges en termes de texte produit ne représente en réalité qu'une diminution de l'ordre de 44 %.

C'est pourquoi nous avons établi deux mesures du taux de participation individuelle des étudiants. La première consiste à diviser le nombre de mémos ou de documents MathCAD écrits dans une équipe, par le nombre de participants. Cette mesure donne un taux qui chute rapidement entre le premier problème et la suite de l'expérimentation, passant d'une moyenne d'environ 20 textes par participant, à une moyenne de 7. Cependant, si l'on considère le nombre de lignes de texte par participant plutôt que le nombre de textes, le taux de participation augmente du problème 1 au problème 2, passant de 100 lignes par participant à 120, pour revenir à 112 lignes par participant au problème 3.

Plusieurs facteurs: difficulté des problèmes, de la communication, de l'utilisation des logiciels, insatisfaction quant au mode de fonctionnement, perte d'intérêt, manque de disponibilité et de temps, peuvent être envisagés pour expliquer le retrait ou la participation réduite de près de la moitié de l'effectif initial dans la seconde partie de l'expérimentation. Les évaluations ponctuelles et l'évaluation finale du processus ont permis d'éliminer comme causes importantes de désistement tous les facteurs nommés ci-dessus, sauf le facteur temps.

Le temps fut un facteur d'importance cruciale au cours de cette expérimentation: temps alloué pour la résolution des problèmes et temps disponible à consacrer au projet de la part des étudiants. Même si trois étudiants déclarèrent avoir quitté le groupe par manque d'intérêt ou par insatisfaction au sujet de la façon dont les choses se déroulaient, la participation des étudiants et leurs décisions de poursuivre ou de se retirer du projet fut constamment fonction du volume et de l'urgence de leurs travaux scolaires.

5.2 Le produit de la démarche: les solutions proposées

L'objet de la recherche était moins de juger de la valeur des solutions construites par les

étudiants aux problèmes proposés que d'étudier le processus de construction de ces solutions. Il n'est toutefois pas sans intérêt de prendre connaissance du résultat du travail des étudiants sur les problèmes eux-mêmes, ce que nous allons présenter brièvement dans cette section.

Problème 1

Enoncé: *quelle est la hauteur de la résidence des étudiants?*

Ce problème appartenait à la catégorie des problèmes tirés de l'environnement physique des étudiants, puisqu'il s'agissait de la résidence située sur le campus même du Collège de Sherbrooke. Le problème était facile à résoudre en ce sens qu'il ne nécessitait pas de connaissances autres que les notions de mathématiques apprises au secondaire et revues au cégep. L'énoncé était volontairement bref, afin de susciter la discussion et de sensibiliser rapidement les étudiants aux conditions particulières du travail en groupe. Ce problème simple, qui paraissait de nature à permettre une initiation "en douceur" au travail sur réseau, avait été choisi également parce qu'il mettait l'accent sur la cueillette de données, opération que les étudiants ont bien peu souvent l'occasion de faire.

Le lecteur trouvera à l'Annexe 7, les solutions présentées par chacune des équipes à la fin du processus. Ces documents ne rendent toutefois qu'une piètre idée des discussions, des hypothèses échafaudées et du cheminement suivi par les équipes pour en arriver à ce résultat. C'est pourquoi, dans l'analyse des données, c'est l'ensemble des documents produits par une équipe que nous avons considéré comme la solution du problème.

La réponse attendue à ce problème était évidemment numérique (40 m, ou moins, selon la formulation du problème retenue). Les méthodes possibles pour arriver à une réponse exacte étaient nombreuses et les étudiants en firent rapidement l'inventaire qui est ici résumé au Tableau 5.

TABLEAU 5 SOLUTION DU PROBLEME 1				
Méthodes	Equipes			
	1	2	3	4
1. laisser pendre une corde à partir du toit et mesurer	+		+	+
2. mesurer l'altitude avec un altimètre	+			
3. appliquer les propriétés des triangles semblables	+	+	+*	+
4. hauteur d'un étage multipliée par le nombre d'étages	+	+	+	+
5. consulter les plans	+*	+*	+	+*
6. utiliser un théodolithe		+		
7. laisser tomber un objet du toit et calculer le temps de chute			+	+
8. faire des calculs trigonométriques			+*	+*
9. utiliser un TRANSIT			+	
10. utiliser un baromètre			+	
11. hauteur d'une marche multipliée par le nombre de marches			+*	
12. comparer à un autre édifice dont on connaît la hauteur				+
13. calculs utilisant la vitesse de l'ascenseur				+
14. utiliser un appareil de type Sonar				+
Total des méthodes inventoriées	5	4	9	9
Total des méthodes appliquées	1	1	3	2
Note: + signifie que la méthode a été identifiée * signifie que la méthode a été appliquée				

Ces méthodes firent l'objet de discussions et de critiques multiples. Les critères utilisés pour procéder à l'élimination des méthodes furent la difficulté à recueillir les données et le manque d'instrument et de compétence.

L'équipe 1 donna comme réponse unique, la hauteur révélée par le régisseur des bâtiments. Le rapport empreint d'humour, rédigé par le coordonnateur de l'équipe, est à l'image de cette équipe. La décision de ne soumettre que ce seul résultat occasionna une discussion entre les membres de cette équipe qui disposait d'un exposé très clair rédigé par l'un de ses membres, sur la façon d'utiliser les propriétés des triangles semblables.

Certains voulaient appliquer également cette seconde méthode, alors que d'autres y voyaient un gaspillage de temps et d'effort. Le coordonnateur trancha assez habilement la question en déclarant qu'aucune mesure ne pouvait donner des résultats plus exacts que les plans.

L'équipe 2, qui traversa une crise de leadership plus aigüe que les autres, se perdit dans les discussions portant sur la formulation du problème et mit un grand soin à produire des estimations de la hauteur de l'édifice en question. La solution, qui n'est signée que de deux membres de l'équipe, est présentée dans un fichier MathCAD. Elle comporte un diagramme de la résidence et la hauteur indiquée est la moyenne des estimations individuelles.

Les équipes 3 et 4 identifièrent un éventail plus large de méthodes, soit neuf respectivement. L'équipe 3 procéda à deux cueillettes de données permettant d'appliquer la méthode des marches et celle des triangles semblables. Utilisant ces dernières données, un autre membre de l'équipe refait les calculs en appliquant la loi des sinus. Dans les trois solutions, on applique différentes techniques du calcul d'erreur.

L'équipe 4 vérifia par des calculs trigonométriques basés sur des mesures répétées (10) prises au moyen d'un instrument maison baptisé "sextant" (livre de mathématiques surmonté d'un rapporteur d'angles et muni d'un fil à plomb), la hauteur révélée par le régisseur. On y tient également compte des erreurs de mesure.

La solution de ce problème posa évidemment aux étudiants des difficultés dont certaines était dues à leur inexpérience à travailler dans les conditions de l'expérimentation. Pour ce qui est de la nature du problème lui-même, la première difficulté rencontrée par les étudiants fut au niveau de la formulation du problème. La résidence est un édifice comprenant 13 étages et 2 sous-sols. De plus, elle est située sur un terrain en pente, ce qui a pour effet que la façade est compte 2 étages de moins que la façade ouest. La première question qui se posait était donc de décider si on allait mesurer la hauteur

intérieure ou extérieure et, dans ce cas, la façade est ou ouest. De plus, les étudiants n'avaient pas tous la même définition du mot "résidence": certains ne voulaient tenir compte que des étages de chambres (9) et d'autres voulaient y inclure les étages de service (4) et les sous-sols (2). Les équipes 1, 2 et 4, qui s'étaient toutes choisi un coordonnateur, réussirent à s'entendre assez rapidement au sujet de la formulation du problème, alors que l'équipe 2 ne parvint jamais à former un consensus à ce sujet. Cette étape donna lieu à des échanges acerbes et à la toute fin du processus, on trouvait le commentaire désabusé que voici:

```
  4: Memo "CA_VA" from CREATURE                          Tuesday, Oct 24,  6:17 pm
##########################################################################
Subject: Ca va, j'ai compris que vous ne voulez pas comprendre ce que je tente
de vous expliquer depuis le debut. Je vous expose la situation pour la derniere
 fois, si vous ne comprenez pas encore, envoyer votre  reponse au prof. Il y a
la RESIDENCE commencant au 4 et il y a le PAVILLON 6. Ce n'est pas tout le
pavillon qui est occupe par le service de logement (residence). La residence
commence au 4 avec la reception de la residence.

CREATURE

P.S. Je sais de quoi je parle, j'habite la residence.



##########################################################################
      Press <F2> to view next item of mail, or CTRL/BREAK to stop
```

En situation d'enseignement, l'intervention pédagogique aurait pu suggérer à cette équipe de retenir plus d'une formulation du problème, s'il était impossible de faire l'unanimité sur une seule. En situation de recherche, il paraissait préférable de s'en abstenir.

La seconde difficulté rencontrée par les étudiants, se situait au niveau de la cueillette des données. Il faut admettre que les étudiants n'ont pas souvent à faire ce genre d'opération et qu'ils manquaient d'outils et d'habiletés à cet effet. Malgré le nombre de méthodes inventoriées pour résoudre le problème, ils eurent énormément de difficulté à passer à l'action, à choisir une méthode, à déterminer qui allait se charger de recueillir quelles

données et à les cueillir effectivement. Le résultat final fut que deux équipes abandonnèrent des méthodes plus sophistiquées au profit de méthodes plus élémentaires, mais non moins ingénieuses pour autant: estimation sommaire, calcul à partir du nombre de marches et de leur hauteur et consultation du régisseur des bâtiments (méthode qualifiée de "*facile mais intellectuellement paresseuse*".) Dans ce dernier cas, il serait plus exact de parler de cueillette de réponses toutes faites plutôt que de données.

Ce problème suscita beaucoup d'intérêt chez la majorité des étudiants qui le jugèrent facile (cote 5.38 sur 7), intéressant (cote 5.23 sur 7) et déclarèrent avoir consacré en moyenne 3.38 heures à sa solution.

Problème 2

Enoncé: *Recueillir le plus d'informations possibles sur le CUP (code universel des produits) qui est utilisé pour la vente au détail dans les marchés d'alimentation.*

Suggestions: *Trouvez-vous d'abord quelques échantillons d'étiquettes sur lesquelles le CUP apparaît. (Oui, oui, c'est ça, les étiquettes contenant des lignes noires, des lignes blanches et des chiffres.) Puis, consultez les mémos que nous vous enverrons régulièrement et exécutez les tâches qui vous seront demandées.*

Il nous paraissait qu'un découpage du problème en tâches serait propice à l'exploration de ce système de codage au sujet duquel les étudiants connaissaient peu de choses, même s'il faisait partie de leur environnement quotidien. Ces tâches, qui étaient acheminées aux équipes au fur et à mesure qu'elles progressaient dans la solution, étaient les suivantes:

Tâche 1: *Ecrivez tout ce que vous savez sur le CUP et envoyez-le aux membres de votre équipe.*

Tâche 2: *Etudiez les étiquettes que vous avez recueillies, pour découvrir des régularités. Si vous en avez assez, vous pourrez peut-être établir un tableau de correspondance entre les chiffres et les lignes noires et blanches.*

Tâche 3: *Construisez une banque de données dans laquelle vous mettrez toutes les informations que vous avez au sujet du CUP. Votre banque devrait inclure les explications nécessaires pour que quelqu'un qui ne connaît pas le système CUP comprenne son fonctionnement. Faites en sorte que l'information que vous présentez soit le plus complète et le mieux représentée possible. Vous trouverez dans le mémo QUESTION, des questions qui vous guideront dans l'exploration du CUP.*

Tâche 4: *Inventez un code qui permette de représenter tous les étudiants inscrits au collège.*

Ce problème d'un type fort différent du premier, était tiré de l'environnement des étudiants, sans toutefois relever du domaine scolaire actuel. Encore une fois, l'énoncé de départ était bref, de façon à favoriser l'exploration. Des tâches plus précises, présentées à intervalles variables, venaient compléter cet énoncé. Par la suite, les étudiants furent inviter à solutionner le problème en répondant à 14 questions spécifiques, car le processus avait du mal à décoller. Ce problème, qui mettait à l'épreuve la capacité d'observation des étudiants, avait été choisi également pour sa relation avec les mathématiques discrètes, ce qui paraissait de nature à motiver ces étudiants fortement intéressés par l'informatique.

Il n'y avait pas de réponse ou de solution toute faite à ce problème, la meilleure solution étant celle qui aurait comporté le plus d'éléments expliquant le code et son utilisation. Une solution fut proposée aux équipes à la fin de la période. Elle traitait de façon systématique chacune des 14 questions posées précédemment dans un mémo ad hoc.

Le Tableau 6 résume le traitement fait au problème 2 par les différentes équipes. Les nombres indiquent combien d'éléments du problème chaque équipe a réussis (R) ou traités sans les réussir (T).

L'équipe 1 élabora sa solution progressivement, dans une suite de fichiers MathCAD dont elle n'utilisa que l'éditeur. Les 14 questions y apparaissaient de façon systématique: 7 seulement y étaient traitées, dont 3 de façon satisfaisante.

L'équipe 2 procéda à une très abondante cueillette de données et enregistra 57 codes différents dans un fichier MathCAD. Ceci lui permit de découvrir qu'il existait quatre largeurs de lignes noires et blanches et d'établir la correspondance entre quelques chiffres et combinaisons de lignes. Elle en tira un nombre intéressant d'observations. Elle tenta aussi, mais sans succès, de représenter graphiquement ces codes dans MathCAD.

Cette équipe s'attaqua aussi à l'étude des codes à 6 chiffres mais n'en put percer les mystères.

TABLEAU 8 SOLUTION DU PROBLEME 2								
Eléments de solution	Equipes							
	1		2		3		4	
	T	R	T	R	T	R	T	R
1. Délimiteurs		◆		◆		◆		◆
2. Déchiffrage des codes		◆		◆		◆		
3. Epaisseur des lignes	◆			◆		◆	◆	
4. Signification d'une ligne simple	◆					◆	◆	
5. Relation lignes et chiffres décimaux	◆		◆			◆		◆
6. Correspondance lignes-chiffres	◆			◆		◆	◆	
7. Différence gauche-droite						◆	◆	
8. Rôle du dernier chiffre					◆		◆	
9. Relation mathématique			◆		◆		◆	
10.Exemple de code valide							◆	
11.Exemple de code invalide							◆	
12.Cas d'une erreur							◆	
13.Cas de deux erreurs							◆	
14.Renseignements étiquettes		◆		◆		◆		◆
Total des éléments de solution traités ou réussis	4	3	2	5	2	8	10	3

L'équipe 3 élabora la solution la plus complète, avec 8 questions réussies et 2 traitées de façon moins satisfaisante. Elle inventa un mode efficace de représentation des codes (voir Tableau 7), ce qui lui permit de faire plusieurs observations fructueuses sur les délimiteurs et la symétrie entre la partie gauche et la partie droite de l'étiquette. L'efficacité de ce mode de représentation lui permit de découvrir la clé du code, soit la correspondance complète entre lignes et chiffres.

TABLEAU 7 REPRESENTATION DES CODES		
	Partie gauche de l'étiquette	Partie droite de l'étiquette
Lignes blanches	2 1	2 2
Lignes noires	2 2	2 1
Chiffre représenté	1	1

L'équipe 4 aborda un plus grand nombre de questions (13) mais 3 seulement furent traitées de façon satisfaisante. Elle brilla également par un programme écrit en QUICKBASIC 4.5, qui reproduisait en deux tons à l'écran les lignes et les chiffres d'une étiquette codée. Cependant comme cette équipe ne réussit pas à percer la clé du code, les étiquettes étaient des reproductions et non des étiquettes générées par un code valide. Cette équipe fut également la seule à s'intéresser à la prévention des erreurs de lecture des étiquettes codées, mais là encore, elle passa à côté de la question.

La solution de ce problème aurait pu provenir d'une explication toute faite trouvée dans un document ou dispensée par une personne connaissant le fonctionnement de ces codes auto-vérifiables. Selon ce qu'on retrouve dans les mémos, plusieurs équipes envisagèrent de recourir à ce moyen, mais seul un membre de l'équipe 4 déclare l'avoir fait. Comme cette équipe affirma avoir réussi à percer la clé du code alors qu'il n'en était rien, on peut douter que cette consultation ait réellement eu lieu.

La principale difficulté de ce problème tenait à sa nature même. On propose peu souvent aux étudiants des problèmes à caractère exploratoire, pour la solution desquels ils ne disposent pas de modèle. Ce problème inusité les plaçait au départ dans une situation d'insécurité qui incitait les uns à partir à la recherche d'un expert, et les autres à ne rien faire sous prétexte qu'ils ne connaissaient pas l'arithmétique binaire. Recourir à leurs ressources personnelles, observer, reconnaître des régularités et construire des

représentations de ce qu'ils observaient étaient des exercices nouveaux qui laissaient la plupart des étudiants démunis. Est-il besoin de souligner que la tâche 4, qui proposait un exercice faisant appel à la créativité (construire un code) ne fut abordée par aucune équipe? Il faut reconnaître cependant que, encore ici, le temps fit défaut.

D'autre part, ce problème montra qu'il n'est pas facile d'encadrer un tel processus en répondant aux attentes de tous. Les interventions pédagogiques qui menèrent au découpage du problème en 4 tâches, puis en 14 questions, furent jugées trop directives par quelques participants que l'exploration libre stimulait plus que l'exploration guidée. Cependant, lors de l'évaluation, d'autres participants dénoncèrent le peu de directives et de pistes données pour guider le travail de groupe, surtout au départ.

Le processus de groupe fut différent de ce qu'il avait été pour le premier problème, et différent aussi d'une équipe à l'autre. Les équipes 1, 2 et 4 conservèrent chacune 4 participants actifs, alors que l'équipe 3 n'en comptait plus que 2. Dans cette équipe, la solution fut pratiquement l'oeuvre d'un seul participant; ce fut aussi le cas de l'équipe 4, où un participant fournit à lui seul plus de la moitié des contributions; dans les autres équipes, les membres participèrent à parts égales.

DESCARTES fait part de son point de vue sur l'encadrement pédagogique et la

2: Memo "COMMENTA" from DESCARTES Tuesday, Nov 14, 4:41 pm
##
Subject: mes commentaires

J'ai trouver l'idee de recherche sur les cups tres bonne. On pouvais voir ainsi les capacites d'observation et de deduction d'un groupe d'etudiants. Je regrette cepandant que le prof ait diriger la recherche avec ses questions. Cela fausse les cartes, on ne peut pas voir vraiment ce qu'un groupe peut decider d'explorer. Malheureusement, question ou pas mon groupe etait trop amorphe pour y observer quoi que se soit. Ceci me fait penser a une solution ideale pour la participation et le recrutement: Pourquoi ne pas en faire un cours complementaire? je ne sais pas si c'est possible, mais le manque de participation serai definitivement regle. A propos des logitiels, j'aime bien le courrier electronique mais je deteste mathcad et je m'en sert le moins possible. c'est peut-etre simplement parce que je n'y suis pas familier, mais mon impression persiste quand meme. J'espere que sur le travail sur la peste, le prof donneras le moins possible de direction de recherche et SURTOUT que mon groupe sois plus dynamique.

Le problème 2 suscita l'intérêt des étudiants qui y participèrent et dont plusieurs déclarèrent qu'ils avaient toujours voulu comprendre ce code. Il fut jugé plus difficile (cote de 3.36 sur 7) et moins intéressant que le premier problème (cote 4.66 sur 7). Les étudiants déclarèrent y avoir consacré plus de temps, soit en moyenne 7.75 heures.

Problème 3

Enoncé: *Concevoir un modèle mathématique pour analyser les conséquences démographiques de la grande peste.*

Ce problème était éloigné de l'environnement des étudiants, dans l'espace et dans le temps. Cependant il pouvait être relié assez naturellement aux préoccupations actuelles à l'égard du sida. Des problèmes de cette nature sont courants dans les livres de mathématiques, bien que présentés de façon plus succincte. Ce problème avait été choisi parce qu'il proposait la construction d'un modèle mathématique d'une situation concrète et qu'il fournissait une occasion d'appliquer les connaissances apprises en classe, en mathématiques aussi bien que dans d'autres disciplines.

Comme dans les problèmes précédents, l'énoncé fut communiqué par courrier; il était précédé d'une mise en situation historique et de rappels sur la méthodologie recommandée pour le travail de groupe (Annexe 8). Les données numériques de ce problème étaient contenues dans un fichier MathCAD, ce qui était destiné à inciter les étudiants à utiliser les possibilités de représentation graphique de ce logiciel.

La solution de ce problème supposait comme préalable mathématique, la connaissance de la modélisation par fonction, ce qui est, en principe du moins, vu au secondaire. La fonction exponentielle était la fonction qui permettait de mieux modéliser la situation décrite dans ce problème. On pouvait également recourir à l'approximation polynomiale, ce que plusieurs équipes tentèrent, au moyen d'un logiciel dédié. Quant à l'analyse des conséquences démographiques de l'épidémie, elle était sujette à interprétation et pour

le faire, l'étudiant pouvait référer à des connaissances multiples: en sociologie, en histoire, biologie, mathématiques...

TABLEAU 8 SOLUTION DU PROBLEME 3						
Etapes de la solution	Equipes					
	1		2		4	
	T	R	T	R	T	R
1. Représenter graphiquement les données numériques		•		•		•
2. Poser hypothèse forme de la fonction		•		•		•
3. Poser hypothèse modèle exponentiel		•		•		•
4. Etablir correspondance données-paramètres	•			•		
5. Poser hypothèse deux courbes				•		
6. Calculer paramètres						
7. Estimer population si pas d'épidémie de peste	•		•		•	
8. Formuler des conséquences de la peste				•	•	
Total des étapes traitées sans succès ou réussies	2	3	1	6	2	3

Le Tableau 8 résume le traitement donné au problème 3 par chacune des équipes. Toutes les équipes représentèrent graphiquement les données numériques du problème, qui à la main, qui avec un logiciel. Les étudiants affirmèrent d'emblée que le modèle serait exponentiel, puis formulèrent force hypothèses alternatives: modèle hyperbolique, parabolique, polynomial.

De la démarche de l'équipe 1, qui avait perdu son coordonnateur des premiers jours, nous avons extrait les trois mémos suivants, qui illustrent assez bien le cheminement suivi.

D'abord celui de SYLVESTRE qui, cette fois, sera le participant le plus actif. Il établit un rapprochement entre les données du problème et l'équation à trouver et explique dans un langage laborieux, comment il faudrait utiliser la dérivée pour y arriver.

37: Memo "P" from SYLVESTRE Tuesday, Nov 21, 4:56 pm

Bonjour la gang.

Pour ce qui est du probleme 3 qui est "concevoir un modele mathematiques pour analyser les consequences demographique de la grande peste?"

Pour moi cela signifie que a partie d'un graphique (y=population , x=annees) on definie une fonction car pour une annees il correspond une seule population comme dans une fonction . et que cette fonction par rapport au donnees dans le fichier pb3 dans mathcad le graphique qui ci sort a l'air d'une fonction expotentiel.

Donc comme je l'ai signaler dans mon premier memo , par des derivees nous pouvons etablie une fonction indefinie qui cera definie par calcul d'un point plus tard.

F(1348)=0 et f(1348)=0.47E9 cela est un maximun
F(1400)=0 et f(1400)=0.37E9 cela est un minimun

de Sylvestre , je pense a cela et vous . . . . .

J'attend

Ensuite, celui de KEVIN, qui réagit à l'appel lancé par SYLVESTRE. Il abonde dans le sens de son coéquipier, reformule le problème pour valider la compréhension qu'il en a, avoue son ignorance de la notion de dérivée, par ailleurs peu pertinente ici, propose un modèle de l'équation exponentielle cherchée et spécule sur les conséquences de l'épidémie.

68: Memo "JSL" from KEVIN Thursday, Nov 27, 5:33 pm

Subject: je suis la sylvestre

Comme tu l'as fait remarquer, je crois bien que tu etais le seul a vraiment t'etre attaquer au probleme. (ceci n'en est que plus flatteur pour toi) .C ' est vrai que les gars de tso etait pris dans un rush quel_que peu demenent..... nous n'avons pas d'excuse a te presenter, je suis desole.

J'ai lu le probleme lundi de cette semaine, (tard un peu ???).

Je crois effectivent que pour mesurer les consequences actuelles de la fameuse peste, il faut prendre comme point de depart pour le cacule :

- le maximum de population qu'il y'avait avant la peste
- le nombre de personne qui avait survecu a la catastrophe
- une regle de correspondance qui permettrait de connaitre le nombre de descendant qui n'ont pas vu le jour a cause de cette epideme

Avec toute ces donnees, il nous serait alors possible de calculer le nombre de personne qui vivrait sous la descendance de ceux qui sont morts a cette epoque .

pour ce qui est de tes suppositions a partir de la derivee, je ne peux pas t'aider ,je n'ai qu'une tres sommaire idee de ce que c'est...

Si j'ai bien compris le probleme , il faut que nous trouvions les consequences actuel de cet evenement du passe, trouver l'ecart qu'il y'a entre le populatio n actuel et la population qui existerait sans l'epidemie . Est-ce bien cela que l'on recherche? si oui alors la solution est la difference entre la population qui a survecu a l'epidemie et la population originele . Avec cette soustraction on trouve un nombre que l'on place dans une equation exponentiell en fonction du temps .

bien que je ne connaisse pas la constante de temps, l'equation pourrait ressembler a ceci :

POP(1989)= (.47*10E9-0.37*10E9) * e E(?c.t.?etemps) + pop en 1989

Cette equation donne lapopulation qui aurait ete si il n'y avait pas eu de peste.

meme tardif ..... KEVIN

Prev. Line ↑ <PgDn> Next Page ↓ <PgUp> Prev. Page ↑ <F2> Done

Enfin, celui de MOROKO, qui avoue son incapacité à faire les calculs sugérés par ses deux coéquipiers, mais établit à 21 milliards, à partir d'un graphe tracé à main levée, la population actuelle sans la peste! Cette estimation sera contestée par les autres membres de l'équipe qui exigeront des explications.

```
 761 Memo "POISSON" from MOROKO                          Monday, Nov 27,  9:41 am
################################################################################

     J'AI CHERCHE TOUTE LA SEMAINE PASSEE POUR TROUVER UNE EQUATION MAIS J'AI
RIEN TROUVER DE VRAISEMBLABLE. C'EST TROP COMPLIQUE DE TROUVER LA FORMULE
D'UNE COURBE A PARTIR DE SES POINTS, POUR MOI. TOUT CE QUE JE PEUT FAIRE
C'EST DE LA TRACER A LA MAIN.

     LES EQUATIONS DU STYLE DE CELLE A KEVIN NE PEUVENT PAS ETRE TROUVEES
PARCE QU'ELLES CONTIENNENT DES CONSTANTES QU'ON NE CONNAIT PAS.

     POUR TROUVER LES CONCEQUENCES DE LA PESTE SUR LA POPULATION ACTUELLE,
IL FAUT SAVOIR CE QUE LA POPULATION AURAIT ETE SANS CETTE PESTE (CE QUI A
DEJA ETE DIT). IL FAUT DONC REGARDER SEULEMENT LES POINTS DE LA COURBE
QUI SONT AVANT LA PESTE (JUSQU'A 1348).

     J'AI CONTINUE LA COURBE A PARTIR DES TROIS PREMIER POINT ET J'AI TROUVER
QUE, SANS LA PESTE, LA POPULATION MONDIALE AURAIT ETE ENVIRON 21 MILLIARDS
(4 FOIS LA POP. ACTUELLE). UNE CHANCE QU'IL Y A EU LA PESTE!!!
################################################################################
 Prev. Line 3 <PgDn> Next Page 3 <PgUp> Prev. Page 3  <F2>  Done
```

Le cheminement suivi par les autres équipes ne diffère pas sensiblement de celui qui est rapporté ci-dessus. L'équipe 2 établit aussi un lien entre dérivée d'une fonction et croissance d'une population, utilise un logiciel servant à l'approximation polynomiale et s'entend pour travailler avec deux courbes différentes. Comme le protocole de résolution de cette équipe est rapporté intégralement au chapitre 6, nous n'en discuterons pas plus avant dans ces lignes.

Fidèle à son habitude d'utiliser de nombreux logiciels et grâce à la compétence en programmation de son coordonnateur, l'équipe 4 construisit un programme en BASIC pour représenter à l'écran sur un système d'axes, les données du problème. A partir de

cette représentation, elle estime à 3.5 fois la population mondiale, la population actuelle sans la peste.

Alors que nous avions utilisé MathCAD pour communiquer les données du problème, dans le but d'inciter les étudiants à utiliser ce logiciel pour la représentation graphique des données numériques et la résolution du système linéaire menant au calcul des paramètres du modèle cherché, ces derniers ne l'utilisèrent à peu près pas, faute de savoir s'en servir adéquatement. Par contre, ils utilisèrent, outre le Courrier, la version 4.5 de QUICKBASIC, ainsi que des programmes de représentation graphique et d'approximation polynomiale.

Ce problème fut jugé plus difficile (cote 3.08 sur 7) et moins intéressant (cote 4.30 sur 7) que les deux précédents. Les étudiants déclarèrent y avoir travaillé en moyenne 2.54 heures: la fin de session approchait.

Conclusion

Le processus expérimenté a permis aux étudiants de résoudre, en tout ou en partie, les problèmes proposés. Même si les solutions proposées sont incomplètes et contiennent des erreurs, on doit reconnaître qu'elles sont variées, remplies d'astuces et de découvertes et surtout, qu'elles témoignent d'une recherche collective authentique de solutions qui n'étaient pas toutes faites d'avance. On remarque enfin que les étudiants possédaient la plupart des connaissances requises pour résoudre les problèmes proposés, puisqu'ils en font état dans leurs discussions, mais qu'ils éprouvaient beaucoup de difficulté à les appliquer. Même quand ils établissent les liens entre les notions théoriques et la situation pratique, ils arrivent difficilement et rarement à passer de la parole au geste. A quoi servent donc ces notions enseignées et apprises?

CHAPITRE 6

LE PROCESSUS: LA CONSTRUCTION DES SOLUTIONS

Introduction

L'intérêt de cette recherche portait plus sur le processus de construction des solutions que sur les solutions elle-mêmes. C'est pourquoi la suite de l'analyse a été centrée sur cet aspect de l'activité étudiante. Celle-ci a permis de mieux comprendre le processus collectif de résolution de problèmes et de faire des observations intéressantes sur les difficultés rencontrées et les apprentissages réalisés, aussi bien par les étudiants que par les animatrices. A cause de l'abondance du matériel recueilli, l'analyse de chaque protocole ne peut être reproduite en détail et seuls les résultats généraux sont présentés ici. Cependant, pour illustrer la méthode utilisée, nous avons choisi de présenter un exemple d'analyse dans les sections qui suivent.

6.1 Protocole de l'équipe 2, problème 3

Les onze protocoles étudiés présentaient des caractéristiques intéressantes, chaque protocole revêtant un intérêt particulier dû à la nature des problèmes proposés, aux caractéristiques individuelles des membres qui y travaillaient ainsi et surtout qu'à la nature des interactions qui ont pris place à l'intérieur de l'équipe. Le protocole qui est présenté ici est bref: il contient des contributions substantielles mais en nombre réduit, de cinq des six participants. Ce protocole est le seul où la question des conséquences de l'épidémie ait été abordée.

L'analyse de ce protocole a été faite au moyen de la grille d'analyse des interactions proposée par Beckwith (Annexe 5), ainsi que du modèle en dix étapes proposé dans le cadre de cette recherche pour la résolution de problèmes par le groupe (Annexe 5, suite). Le premier de ces instruments est davantage centré sur le processus de communication et le second, sur la construction progressive d'une solution.

Le Tableau 9 présente le contenu du protocole de résolution du problème 3 par l'équipe 2 et le codage des interactions qui en fut fait au moyen des deux instruments d'analyse. On trouvera dans les trois premières colonnes, la date d'envoi du mémo et le numéro affecté au mémo pour les fins de l'analyse, le nom donné au mémo par son auteur et le pseudonyme de l'auteur. La colonne intitulée **Contenu** contient le texte des mémos, sous forme abrégée ou intégrale selon le cas. Les nombres indiqués dans les deux dernières colonnes réfèrent respectivement à la grille d'analyse proposée par Beckwith et au modèle de résolution de problèmes par le groupe.

TABLEAU 9 PROBLEME 3 Équipe 2

Document		Auteur	Contenu	Analyse	
Date no. memo	Nom			Grille	Modèle
14-11 1	PB3	PROF	Concevoir un modèle mathématique pour analyser les conséquences démographiques de la grande peste. (Voir Annexe B)	1.3, 1.4, 3.2, 3.3	
2	PB3.MCD	PROF	Données numériques: population à différentes dates.	3.2	
17-11 3	TEMPS	CRÉATURE	...c'est le rush, je ne crois pas que je pourrai participer à ce dernier problème... je ne semble pas être le seul...	3.6	
4	DÉMÉNAGÉ	PROF	...Nous vous proposons d'accueillir VIPER, pour remplacer FREDDY...	5.4	

TABLEAU 9 PROBLEME 3 Équipe 2

Document		Auteur	Contenu	Analyse	
Date no. memo	Nom			Grille	Modèle
5	PB3-1	PROF	1. Les difficultés que vous nous avez signalées nous semblent bien réelles. Nous nous attendions à cette situation, et c'est ce sur quoi porte la recherche. Il ne faudrait vous en faire si vous ne réussissez pas comme vous l'auriez aimé. 2. Nous ne pouvons pas allouer plus de temps pour chaque problème car nous avions promis de ne pas dépasser la fin novembre. La fin du problème 3 est donc fixée au lundi 27 novembre pour que nous ayons le temps d'évaluer avec vous la démarche de recherche avant la fin du mois. Vous pouvez donc prévoir une réunion de tous les participants à la recherche vers la fin novembre. 3. Certains d'entre vous auraient besoin de plus d'aide et d'autres trouvent que nous intervenons de façon trop directive. Nous vous encourageons fortement à DEMANDER DE L'AIDE, POSER DES QUESTIONS aussi souvent que vous en sentez le besoin en vous adressant à PROF ou à toute l'équipe. Let's go pour le problème 3.	1.1, 1.2, 1.3 2.4 3.2, 3.3 5.7	
6	A17	VIPER	Ca ne me dérange pas... Dites à partir de quelle date...	2.4	
20-11 7	DATE	PROF	Vous êtes déjà admis... que vous ayez du plaisir.	5.4	

TABLEAU 9 PROBLEME 3 Équipe 2

Document		Auteur	Contenu	Analyse	
Date no. memo	Nom			Grille	Modèle
8	20NOV	ROYE	Pas participé au prob. 2 car aurait demandé trop de temps. Prob. 2 intéressant, quelque chose que je veux savoir depuis longtemps. Tôt ou tard j'en connaîtrai le fonctionnement. J'ai l'intention de participer au prob. 3, ainsi qu'à la journée spéciale.	1.2 3.6	
9	NOUVELLE	PROF	Merci de tes commentaires. L'équipe 3 a été répartie dans les autres équipes. Veux-tu te joindre à une autre équipe?	2.4 5.4	
21-11 10	A-1	VIPER	Il semble maintenant que je suis dans l'équipe 2. Alors, on va commencer tout de suite. Le but du problème trois est de faire une représentation quelconque de la courbe de population mondiale durant les derniers siècles. Comme résultat escompté, j'imagine que ca va donner une parabole ouverte vers le haut. Comme moyen de trouver cette courbe, ce serait de faire un graphique; ce serait la méthode la plus facile. Un autre moyen serait de faire une équation. Si quelqu'un a des notions de statistique ce serait probablement utile.	1.1, 1.3 2.1, 2.5, 2.6 3.2	1, 2, 3, 5, 10
11	DÉMÉNAGÉ	PROF	...Nous vous proposons d'accueillir ROYE pour remplacer CRÉATURE...	5.4	
12	DÉMÉNAGÉ	PROF	Nous te proposons d'entrer dans l'équipe 2.	5.4	

TABLEAU 9 PROBLEME 3 Équipe 2

Document		Auteur	Contenu	Analyse	
Date no. memo	Nom			Grille	Modèle
13	REP3A	PLOC	Je suis d'accord avec VIPER. On pourrait faire une courbe ou des bâtonnets. Quelles possibilités avons-nous sur mathcad pour réaliser un graphique? J'ai essayé de faire un graphe sur mathcad mais sans succès, il me lalsit une fonction.	1.2 2.4, 2.6	3, 5, 10
14	RAPPEL	PROF	Ton idée de tracer une courbe, ou au moins les POINTS que tu connais, est excellente. Pourquoi ne procéderais-tu pas comme nous l'avions fait à la session de formation en MathCAD, pour les notes de français et de mathématiques? Il s'agit de définir des vecteurs Population et Temps, et !se représenter sur un système d'axes, en le formulant avec d (pour dots, ou points) plutôt que l (pour line ou droite)? QUESTIONS DE RÉFLEXION SUPPLÉMENTAIRES: Qu'est-ce que tu cherches au juste? Es-tu capable de formuler clairement ce que signifie pour toi "analyser les conséquences démographiques de la grande peste"? Quel résultat final cherches-tu? Comment sauras-tu que tu as résolu le problème?	2.4, 2.6 5.1, 5.3, 5.5	
15	SOLUT	CRÉATURE	Ici la VRAIE CRÉATURE, j'ai peut-être trouvé une solution. Il faut d'abord trouver la fonction. La méthode que je te propose est de faire une matrice augmentée à partir des données de mathcad. Avec un logiciel, j'ai trouvé que la fonction devait dépendre d'un facteur d'environ X à la 6. Donc nous pouvons faire 7 équations du type y=Ax^6+Bx^5+Cx^4+Dx^3+Ex^2+Fx+G. Nous avons 9 données, nous en choisissons 7 dont les 2 extrêmes, les maximum et les minimum secondaires (1200, 1348, 1400, 1984). Cela nous donne 7 valeurs de x qu'on remplace dans la formule et 7 valeurs de y. On trouve ainsi les 7 coefficients.	1.3, 1.4 2.2, 2.6 5.1	2, 3, 4, 8

TABLEAU 9 PROBLEME 3 Équipe 2

Document		Auteur	Contenu	Analyse	
Date no. memo	Nom			Grille	Modèle
16	MATRICE	PROF	Tu fais l'hypothèse que la population peut se représenter par une fonction polynomiale de degré 6. Si cela est exact, tu as raison de dire que tu pourrais utiliser MathCAD pour calculer les coefficients A, B, C, D, E, F et G. As-tu essayé d'imaginer de quoi peut avoir l'air une fonction en x^6? Peut-être pourrais-tu te faire d'abord une idée du graphe de la fonction que tu cherches, en plaçant les POINTS que tu connais sur un graphe, comme nous l'avions fait à la session de formation sur MathCAD? QUESTIONS DE RÉFLEXION: Qu'est-ce que tu cherches au juste? Es-tu capable de la formuler clairement? Que signifie pour toi "analyser les conséquences de la grande peste? De quoi aura l'air le résultat final? Comment sauras-tu que tu as résolu le problème"?	1.1 2.4, 2.6 5.1, 5.3, 5.5	

TABLEAU 9 PROBLEME 3 Équipe 2

Document		Auteur	Contenu	Analyse	
Date no. memo	Nom			Grille	Modèle
17	21NOV	ROYE	Bonjour, lorsque l'on trace le graphique de la variation de la population l'on se rend compte qu'elle n'est pas linéaire mais plutôt progressive. [var.pop. = (année dernière - année précédente)/(année précédente)]. Plus il y a de gens, plus rapidement augmente la population. de 1200 à 1300 8.57% de 1300 à 1348 23.68% de 1348 à 1400 -21.28% de 1400 à 1500 20.62% de 1500 à 1600 6.89% de 1600 à 1800 85.71% L'on remarque qu'à partir de l'an 1500 la population augmente de façon progressive (remarquer que les données passent de 1600 à 1800, ce qui fait 200 ans par rapport à 100 pour les autres années et 84 pour la dernière). On se doute que la courbe est de forme y^x mais je ne sais pas exactement comment la trouver.	1.3, 1.4 1.6 2.5, 2.6 5.1	2, 7

TABLEAU 9 PROBLEME 3 Équipe 2

Document		Auteur	Contenu	Analyse	
Date no. memo	Nom			Grille	Modèle
18	EXCEL	PROF	Réponse au mémo 21nov de ROYE. Tu as fait TROIS observations TRES intéressantes: 1. l'augmentation de la population n'est pas linéaire, mais progressive. 2. plus il y a de gens, plus rapidement augmente la population. 3. tu te doutes que la courbe est de la forme y^x. Peut-être pourrais-tu retourner dans tes livres de maths, voir si tu n'y trouverais pas une fonction qui se comporte de cette façon. Il y a aussi le petit problème de la diminution de population entre 1348 et 1400 qui n'est pas réglé. Ne faudrait-il pas en tenir compte dans l'analyse des causes DÉMOGRAPHIQUES de la grande peste?	1.1 2.1, 2.4 5.1, 5.3, 5.5	
22-11 19	MATRIX	CRÉATURE	A partir de la courbe trouvée par l'approximation que j'ai suggérée, on fait la dérivée ce qui nous donne la pente de la courbe. La pente nous donne le taux d'accroissement de la population.	2.6 3.2	3
20	PENTE	PROF	Et quelle importance donnes-tu à la DIMINUTION de population entre 1348 et 1400?	2.4, 2.5 5.1	

TABLEAU 9 PROBLEME 3 Équipe 2

Document		Auteur	Contenu	Analyse	
Date no. memo	Nom			Grille	Modèle
21	IDÉE	TI-CRICK	J'ai fait le graphique (f(ans)=n. de gens) J'ai analysé ceci (ce que je pense) - si on enlève les années entre 1348 et 1550 la démocratie est une simple équation qui ressemble drôlement à une courbe logarithmique. - entre 1348 et 1550 c'est une parabole vers le bas. Mon idée est de représenter deux équations simples entre des bornes précises entre ([1348, 1550] et [0, 1348[&]1550,1984]). Je vais essayer de trouver maintenant les deux équations. Salut.	1.3, 1.4 1.6 2.6	2, 3, 7, 8
22	OUI	PROF	OUI!!! Tu IDÉE de chercher DEUX courbes est excellente! Réfléchis encore un peu à ce qui s'est vraiment passé. 1. augmentation de la population de 1200 à 1348 2. la PESTE, de 1348 à 1400: tu ne possèdes pas de données à l'intérieur de cet intervalle de temps. 3. à partir de 1400, la population recommence à augmenter. Peut-être voudras-tu décider de modifier les INTERVALLES sur lesquels tu te proposes d'étudier tes courbes?	1.1, 1.2 5.1, 5.3, 5.5	

TABLEAU 9 PROBLEME 3 Équipe 2

Document		Auteur	Contenu	Analyse	
Date no. memo	Nom			Grille	Modèle
23-11 23	LOI	TI-CRICK	La courbe de la démographie est logarithmique alors on peut dire que la population augmente de façon normale selon (e 4/x) (presque correcte). Mais il y a eu la peste: un débalancement dans la courbe logique de la démographie, selon presque une équation sinusoïdale. Pourquoi qu'avant et après la peste la population a augmenté? - Je pourrais dire ceci: avant une guerre ou avant une catastrophe, il y a toujours les bébés bourns, c'est-à-dire une surproduction copule et après aussi, pour ainsi revenir à la normale dans la courbe.	1.3, 1.4 2.6 5.1	2, 9, 10
24	EXPLIQUE	PROF	Tu dis que pendant certains intervalles de temps, la population augmente "normalement", c'est-à-dire à peu près selon l'équation e 4/x. Peux-tu nous convaincre?	1.1 2.1, 2.4 5.1	
24-11 25	OUIN	TI-CRICK	Ma formule était inexacte parce que je m'étais trompé. Je pense que c'est presque: e 2x/400 selon x = années (1000). La courbe entre 1300 et 1500 est un débalancement de la courbe normale alors si on continuait la courbe à 1300 sans la peste on aurait une population comme aujourd'hui en l'an 1700. La peste a eu un effet considérable, alors aujourd'hui on aurait une population qui est environ 3.5 fois plus qu'aujourd'hui.	1.3, 1.4 5.9	9, 10

TABLEAU 9 PROBLEME 3 Équipe 2

Document		Auteur	Contenu	Analyse	
Date no. memo	Nom			Grille	Modèle
26	IDÉE	WOLF	Ici Le Grand Méchant Loup. Comme l'a dit Ti-Crick, nous devrions trouver 2 courbes: celle d'avant la peste, pour connaître la croissance démographique hypothétique dans le cas où il n'y aurait pas eu de peste; et une qui montre l'accroissement réel. La première se trouverait avec seulement les données d'avant la peste, et la deuxième avec seulement les données d'après la peste. On pourrait alors les superposer sur le même graphique pour comparer. En effet, la grande peste est loin d'être une catastrophe naturelle; alors continuer à essayer d'inclure les données d'avant et d'après la peste en une seule équation serait une pure perte de temps. Si on continue à voir des sinus, des logarithmes et des bases naturelles partout, on n'aura jamais fini...	1.1, 1.2 1.3, 1.4 2.4, 2.6 3.2 4.1 5.8	3, 4, 9, 10

TABLEAU 9 PROBLEME 3 Équipe 2

Document		Auteur	Contenu	Analyse	
Date no. memo	Nom			Grille	Modèle
27	SUPPO	WOLF	Ici Le Grand Méchant Loup. Hypothèses sur les conséquences de la Grande Peste (si elle n'avait pas eu lieu): D'abord le problème de surpopulation nous aurait frappé plus tôt que lors de la révolution industrielle. Puisque la peste a surtout décimé l'Europe et l'Orient, on peut alors supposer des famines pires que celles que nous vivons maintenant, l'Amérique aurait été explorée et colonisée beaucoup plus tôt car le besoin d'espace et d'argent se serait manifesté plus tôt qu'en 1500. Nous n'en serions pas à seulement deux Guerres Mondiales. Qui sait si la Première Guerre Atomique ou Bactériologique n'aurait pas déjà eu lieu? En fait, les pires suppositions sont possibles quant aux problèmes de surpopulation que nous vivrions aujourd'hui si la peste n'avait pas eu lieu.	1.1, 1.3, 1.4 5.1	9
28-11 28	SOLUTION	PROF	(Voir annexe 9)	3.1, 3.2	

TABLEAU 9 PROBLEME 3 Équipe 2

Document		Auteur	Contenu	Analyse	
Date no. memo	Nom			Grille	Modèle
29	RÉUNION	PROF	Dernière rencontre du projet. Attention à tous et à toutes!! Il y aura une dernière rencontre pour les étudiants ayant participé au projet, jeudi de cette semaine, 30 novembre, à 16h30, au local 2-5-146. Il est TRES IMPORTANT que vous veniez à cette rencontre pour remplir le dernier questionnaire et nous donner du feedback sur le projet. Nous avons BESOIN de ces renseignements pour analyser les résultats de l'expérimentation. Il faudrait que tout le monde y soit même ceux qui n'ont pas participé beaucoup. S'il vous est impossible de venir, s'il vous plaît passez au département de mathématiques, 2-51-206 pour chercher un questionnaire à remplir. Nous comptons sur vous.	3.2, 3.3 5.4, 5.5	

6.2 Analyse du protocole de l'équipe 2, problème 3

Reprenons le pas à pas du processus de construction de la solution, que nous analysons ici au moyen du modèle pour la résolution de problèmes collective.

- les interventions 1 à 9 sont préliminaires à la construction de la solution du problème. L'énoncé est proposé (1 et 2)[1], certains participants annoncent leur retrait (3) ou font état de motifs excusant leur manque de participation au problème précédent (8). Les autres interventions sont consacrées au réaménagement de l'équipe (4, 7, 9, aussi 11 et 12, plus loin) et à une mise au point visant à justifier le type d'animation et le maintien de l'échéancier (5).

- la construction proprement dite du problème commence au mémo 10, où VIPER, qui rappelons-le, faisait auparavant partie de l'équipe 3, tente d'assumer une certaine autorité sur le groupe (*...on va commencer tout de suite...*), donne son interprétation de l'énoncé, formule une hypothèse sur le résultat attendu (*...une parabole ouverte vers le haut...*) suggère des moyens (*...faire un graphique... faire une équation*) porte un jugement sur le premier moyen (*...méthode la plus facile...*) et fait appel aux ressources du groupe (*si quelqu'un a des notions de statistiques...*). Cette intervention se réfère aux étapes 1, 2, 3, 5 et 10 du modèle proposé aux étudiants pour la résolution de problèmes en groupe.

- l'intervention de PLOC (13) est un appui à l'intervention 10. Elle explicite l'un des moyens, soit la construction de représentations graphiques (*...faire une courbe ou des bâtonnets.*), cherche à identifier les données nécessaires pour appliquer ce moyen (*...MathCAD... il me fallait une fonction*) et fait part d'une tentative infructueuse (*J'ai essayé de faire un graphe...mais sans succès...*). Cette intervention réfère aux étapes 3, 5 et 10 du même modèle.

---

[1] Les chiffres entre parenthèses réfèrent aux numéros attribués aux mémos dans le Tableau 9.

- l'intervention 15 ménage une surprise: CREATURE, qui avait annoncé son retrait au mémo 3, réapparaît. Probablement plus outré que l'on utilise son pseudonyme (*Ici la VRAIE CREATURE...*) que d'avoir été remplacé, il saute dans le train en marche, fait part de découvertes et élabore le moyen privilégié par l'équipe (*...trouver la fonction*) en proposant une méthode pour calculer les paramètres de l'équation cherchée. Ce faisant, il aborde les étapes 2, 3, 4, et 8 de la démarche. Soulignons en passant que ce "retrait simulé" est un phénomène qu'il nous a été donné d'observer à plusieurs reprises au cours de cette expérimentation. Un étudiant annonce qu'il ne pourra plus participer à la démarche, invoquant généralement le manque de temps, ou quitte le groupe sans aucun avertissement ni explication. Cependant, il continue à suivre la démarche en vérifiant périodiquement le contenu de sa boîte de courrier, sans faire de contribution personnelle. Puis, ne pouvant résister lorsque lui vient une inspiration, il apparaît à nouveau dans la démarche collective. Lors de l'évaluation de l'expérience, un participant, à la question: "Qu'est-ce que vous avez aimé le moins?" avoue: "*Mon manque de discipline face à la deuxième partie du projet: je cherchais seul*".

- l'intervention 17 fait faire un pas énorme à la solution. ROYE a effectivement construit une représentation graphique des données du problème. Il fait des observations qui le mènent directement à poser l'hypothèse de la forme exponentielle de la fonction. Ce faisant, il exécute les étapes 2 et 7 du modèle.

- l'intervention 19 de CREATURE, largement auto-référentielle, se situe un peu en marge du processus. Elle relève de l'étape 3 de la démarche mais ne fait pas progresser la solution.

- l'intervention 21 de TI-CRICK annonce que les données du problème ont été traitées pour obtenir un graphique (étapes 7 et 8 de la démarche), énonce des hypothèses (*...courbe logarithmique... parabole vers le bas...*), (étapes 2 et 3) et fait part d'une observation d'importance capitale (*...représenter deux équations simples entre des bornes précises...*). A l'intervention 23, il revient sur son hypothèse (étape 2), se lance dans la

formulation des conséquences (étape 9) et à l'intervention 25 il critique sa propre solution (étape 10), remplace son hypothèse par e^2x/400 et continue la formulation de la solution en soumettant un estimé de la population actuelle sans la peste (étapes 3, 9 et 10).

- l'intervention 26 voit apparaître un autre joueur qui ne s'était pas manifesté jusqu'ici. Il récupère les hypothèses de TI-CRICK (*...trouver deux courbes...*), les explicite (*...une courbe avec les données d'avant la peste et une avec les données d'après...*) et propose une façon de procéder (*...superposer les courbes sur le même graphique pour comparer*). Il justifie son argumentation (*...la peste est loin d'être une catastrophe naturelle...*) et formule une critique acerbe par rapport aux modèles avancés (*Si on continue à voir des sinus, des logarithmes et des bases naturelles partout, on n'aura jamais fini...*). Ce faisant il aborde les étapes 3, 4, 9 et 10 de la démarche. Il revient d'ailleurs au mémo 27 pour formuler et reformuler à sa façon les conséquences de la peste.

Le Tableau 10 présente la compilation des résultats de l'analyse du protocole décrit ci-dessus. On remarquera que seuls les mémos des étudiants ont été retenus à cette fin, bien que les mémos des animatrices interviennent aussi dans la construction de la solution, sous forme de questions, de propositions, de reformulations ou de renforcement.

La lecture du Tableau 10 permet de constater que toutes les étapes de ce modèle ont été abordées au cours de la résolution du problème 3 par l'équipe 2, sauf l'étape de la cueillette de données. On y lit également que, contrairement à ce qui s'était passé dans le problème 1, les étudiants ont consacré peu de temps à la reformulation du problème à résoudre, ce qui a nui à la bonne marche de la solution; qu'ils ont passé le plus clair de leur temps à formuler des hypothèses, à générer des méthodes et à formuler la solution. Ils ont une attitude critique et auto-critique assez prononcée. Comme dans les autres problèmes, ils manipulent peu les données et n'appliquent pas les méthodes qu'ils avouent connaître.

On ne voit pas non plus apparaître au Tableau 10, la diagonale qui, dans d'autres protocoles, illustre le progrès vers la solution. Ce processus fut récursif, les intervenants passant plusieurs fois à travers les étapes préliminaires de formulation des hypothèses et de recherche de méthodes.

TABLEAU 10 CONSTRUCTION DE LA SOLUTION												
Etapes du modèle	Nos des mémos										Total	
	10	13	15	17	19	21	23	25	26	27	N	%
1 formuler le problème	◆										1	3
2 énoncer une hypothèse	◆		◆	◆		◆	◆	◆			6	20
3 générer différentes méthodes	◆	◆	◆		◆	◆			◆		6	20
4 identifier les données nécessaires			◆						◆		2	7
5 identifier les ressources du groupe	◆	◆									2	7
6 recueillir les données											0	0
7 manipuler, traiter les données				◆		◆					2	7
8 appliquer les méthodes			◆			◆					2	7
9 formuler la solution							◆	◆	◆	◆	4	13
10 vérifier, critiquer la solution	◆	◆					◆	◆	◆		5	16
Total											30	100

Ce protocole diffère des autres en ce sens qu'il est exempt de certains comportements qui seront observés ailleurs, par exemple, un usage abondant des formules de politesse et de civilité, ou des comportements non centrés sur la tâche (comme l'annonce d'un party)!

Le Tableau 11 présente les résultats de la partie de l'analyse faite au moyen de la grille de Beckwith.

TABLEAU 11 ANALYSE DES INTERACTIONS						
Interactions	Intervenants					
	Elèves		Animatrices		Total	
	N	%	N	%	N	%
Synergiques	22	44 %	10	19 %	32	31 %
Synectiques	15	30 %	12	23 %	27	26 %
Auto-référentielles	5	10 %	9	17 %	14	14 %
Polarisantes	1	2 %	0	0 %	1	1 %
Facilitantes	7	14 %	22	41 %	29	28 %
Total	50	100 %	53	100 %	103	100 %

A la lecture du Tableau 11, on constate que, dans le processus considéré dans son ensemble, les interventions orientées vers la construction d'une solution par approximations successives dominent (31%), suivies de près par les interventions facilitantes visant à entretenir un environnement propice à la résolution de problèmes (28%) et par les interventions stimulant la participation et la créativité (26%). Les interventions auto-référentielles y tiennent une part modeste (14%) et les interventions polarisantes sont à toutes fins pratiques inexistantes (1%), une seule intervention exprimant une critique négative au sujet du travail d'équipe.

Par contre, si on compare les interventions des élèves à celles des animatrices, on constate que l'activité des élèves est orientée de façon dominante vers la mise en commun des énergies en vue de l'élaboration de la solution (44%), et l'appel à la créativité (30%) alors que les interventions des animatrices sont centrées sur la facilitation du processus (41%) et la stimulation des interactions (23%). On constate également que les interventions des animatrices sont empreintes d'auto-référence, assumant l'autorité sur le groupe, émettant directives et orientations et fournissant, à la fin du processus, une solution experte. Ces comportements reproduisent de près le modèle traditionnel

d'enseignement. Enfin, les interventions des animatrices représentent un peu plus de la moitié du nombre total d'interventions dont est constitué ce processus, ce qui est supérieur au volume moyen des contributions de l'animation observé dans les autres protocoles et qui se situe entre 25 et 50% du nombre total des contributions.

6.3 Caractéristiques générales du processus observé

L'analyse de l'ensemble des protocoles fait ressortir des traits communs qui semblent caractéristiques du processus de résolution de problèmes expérimenté au cours de cette recherche.

Le processus est synergique, c'est-à-dire qu'il permet aux étudiants de mettre en commun leurs ressources, d'unir leurs efforts, dans le but d'accomplir la tâche commune. Les comportements synergiques sont nombreux: accord manifesté de façon constructive, formulation d'hypothèses et partage des découvertes. Le leadership s'exerce avec une discrétion relative; il est bien accueilli mais le groupe refuse d'abdiquer son autorité. Celui qui s'écarte de la tâche est vite rappelé à l'ordre par les autres membres du groupe. Enfin, les contributions individuelles sont clairement identifiables et on présente des arguments logiques pour essayer de justifier ses propositions. Mais le produit est propriété collective et si l'on perçoit le rôle joué par chaque individu dans le processus de groupe, on sent aussi très nettement l'influence du groupe sur la démarche intellectuelle de ses membres.

Le processus est synectique: on s'attaque activement à la recherche d'alternatives, les critiques sont constructives, on demande et on fournit volontiers des éclaircissements, de l'aide, on cherche à stimuler le niveau d'interaction. Les participants ne sont toutefois pas toujours parfaitement à l'aise dans cette situation nouvelle qui demande de la créativité. Au fur et à mesure que les problèmes se compliquent, les étudiants, qui n'ont pas l'habitude de soumettre leur travail au jugement de leurs pairs ni surtout de critiquer le travail des autres, soumettent leurs contributions au groupe mais réagissent peu aux messages des autres membres du groupe. Ce rôle est davantage laissé aux animatrices,

qui se sentent parfois dépourvues de moyens pour assurer la fonction de catalyse essentielle au bon fonctionnement de l'activité.

Comme dans tous les processus systémiques, le tout est plus grand que la somme des parties. Le groupe en sait plus que les individus: dans tous les problèmes proposés, aucun participant ne paraît en mesure de résoudre le problème seul. La solution se construit par approximations successives, mais plus par sauts et par bonds, que par progrès continu. On voit apparaître une forme d'intelligence collective qui prend en charge la compréhension et la résolution du problème. Il serait possible de déterminer expérimentalement quelle part de la solution est due au processus de groupe, en soumettant d'abord aux individus, puis aux groupes, les problèmes à résoudre.

Il est difficile de cerner le rôle de l'animation pédagogique dans la construction de la solution. L'animation se fait plutôt par formulation et reformulation de questions destinées à attirer l'attention sur des sujets pertinents. Ceci pose le problème du type d'animation pédagogique qui doit être fourni pour encadrer ce processus et finalement, celui de l'enseignement lui-même. Quand l'intervention de l'enseignant est-elle requise? Quand l'intervention est-elle aidante? Quand devient-elle inutilement directive? Quelles interventions sont nécessaires pour soutenir les processus créatifs?

6.4 Apprentissages

Enfin, l'analyse des résultats confirme que ce processus est orienté vers l'apprentissage. Au cours de cette brève expérimentation, les étudiants ont réalisé des acquis cognitifs, sociaux et affectifs, et tout porte à croire que, pratiquée sur une période plus étendue et dans des conditions appropriées, l'activité expérimentée pourrait donner accès à des apprentissages importants dans ces mêmes domaines.

Au plan cognitif, et bien que les étudiants aient été mis en contact avec plusieurs notions nouvelles ou présentées dans un contexte différent, nous ne croyons pas qu'il y ait eu apprentissage significatif de concepts. Tout au plus y eut-il acquisition d'information

superficielle, le temps disponible ne permettant d'approfondir aucune des notions abordées. Les acquis les plus importants dans ce domaine semblent se situer au niveau des habiletés de résolution de problèmes et de communication, sans oublier les habiletés techniques reliées à l'utilisation du réseau informatique. Comme dans toute situation didactique, les étudiants qui ont investi davantage dans l'activité ont réalisé les apprentissages les plus valables.

Au plan social, les apprentissages principaux sont reliés à la difficulté de travailler en groupe, à la nécessité et à la difficulté d'établir des consensus, à l'importance de la coordination et du leadership. Selon qu'un individu aspire à prendre les commandes ou à travailler sous la direction d'un autre, les façons de s'exprimer à ce sujet sont différentes, mais il y a unanimité. On parle de coordination souple, non décisionnelle, assumée à tour de rôle. La cohésion du groupe, seule garantie de la continuité dans les engagements, est également apparue comme une condition essentielle au bon fonctionnement et à l'efficacité du groupe, source de déception lorsqu'elle faisait défaut.

Enfin, au moins un certain nombre d'étudiants ont fait des apprentissages au plan des attitudes et des qualités personnelles: autonomie, confiance en soi, critique et auto-critique.

L'expérimentation a aussi constitué une occasion de plus de constater des difficultés et des lacunes réelles et graves dans la formation de certains étudiants, particulièrement au niveau de la maîtrise du français et de la capacité à appliquer les connaissances théoriques.

Les quelques mémos reproduits dans les chapitres précédents confirment une lacune générale au niveau de maîtrise du français: fautes d'orthographe, de grammaire, de ponctuation, d'usage, construction de phrases boiteuses, mots amputés, mauvais usage des mots etc. Ces lacunes, constatées chez des étudiants qui, par ailleurs, réussissent bien dans leurs études, montrent l'urgence de modifier nos pratiques d'enseignement de

façon à accorder plus d'importance à cet aspect de la formation chez nos étudiants.

Enfin, au niveau de la résolution de problèmes, cette expérience a mis en évidence les difficultés éprouvées par les étudiants aussi bien pour appliquer les connaissances acquises, ou sensément acquises, en mathématiques et dans les autres disciplines abordées, que pour s'attaquer à des problèmes d'exploration.

Conclusion

L'analyse confirme la validité du modèle: le processus expérimental a bel et bien donné aux étudiants accès à la résolution de problèmes. Elle témoigne également de ce que le processus observé était un processus de groupe et non un ensemble de processus individuels qui se seraient déroulés en parallèle. Enfin, elle permet de dégager la nature des apprentissages réalisés par les étudiants au cours de cette démarche et donne un aperçu des apprentissages réalisables à plus long terme.

CHAPITRE 7

UTILITÉ DU MODÈLE

Introduction

Le dernier objectif de cette recherche était de vérifier l'utilité du modèle expérimental, c'est-à-dire de déterminer si et dans quelles conditions la résolution de problèmes collective médiatisée par réseau informatique peut être utilisée comme activité d'apprentissage en milieu collégial.

On trouvera dans ce chapitre une discussion des apprentissages auxquels il est raisonnable de croire que cette activité pourrait donner accès, si l'on infère à partir des résultats observés au cours de cette brève expérimentation. Le tout sera suivi de recommandations relatives à l'implantation d'une telle activité à des fins d'apprentissage et de quelques suggestions quant aux contextes dans lesquels elle pourrait être appliquée.

7.1 Des occasions d'apprendre

Au terme de cette recherche, la résolution de problèmes collective sur réseau informatique apparaît comme une activité didactique riche en opportunités. Pratiquée dans des conditions favorables, elle offre en effet à l'étudiant de multiples occasions d'apprendre et de développer des habiletés et des attitudes éminemment utiles à la réussite dans les études aussi bien que dans la carrière.

Résolution de problèmes

La résolution de problèmes est un processus mental complexe, qui nécessite la maîtrise de plusieurs habiletés. Utile en elle-même parce qu'elle est indispensable au fonctionnement quotidien de l'individu, cette activité est également susceptible de contribuer au développement cognitif de ceux qui la pratiquent. Dans l'enseignement

traditionnel, l'étudiant est peu souvent amené à s'y livrer, étant donné qu'on lui soumet plutôt des exercices que des problèmes véritables. De plus, au cours de la recherche, nous avons été à même de constater que les étudiants qui s'y étaient engagés n'avaient jamais reçu de formation ad hoc sur les méthodes et les stratégies de la résolution de problèmes. C'est pourquoi ils étaient, au départ, relativement démunis devant les problèmes proposés. L'analyse des protocoles de résolution a établi que les étudiants ont franchi ou tenté de franchir systématiquement toutes les étapes de la démarche proposée et qu'ils ont pris conscience de l'importance et de la nécessité de développer des habiletés dans ce domaine. De leur propre aveu, l'information et la formation à ce sujet constituaient l'acquis le plus important réalisé au cours de cette recherche. Il importe que l'enseignement collégial trouve des moyens d'intégrer la résolution de problèmes aux autres activités d'apprentissage proposées dans le cadre des cours.

Application et intégration des savoirs

Moyennant que les problèmes proposés soient adéquats, c'est-à-dire suffisamment complexes pour nécessiter l'utilisation de connaissances reliées à plusieurs domaines, cette activité fournit également des occasions privilégiées de faire la synthèse des savoirs à laquelle il est si souvent fait référence et de les appliquer à des situations concrètes. Le problème 1 donnait l'occasion d'appliquer le calcul trigonométrique et les propriétés des triangles semblables, de même que le calcul d'erreur. Le problème 3 se prêtait à la représentation graphique des données, à la construction d'un modèle et à l'étude du comportement des fonctions. Malgré les difficultés rencontrées, ce furent là les connaissances les mieux appliquées. Il est intéressant de noter qu'il s'agit toutefois là de concepts transdisciplinaires, c'est-à-dire, de concepts qui sont abordés à l'intérieur de plusieurs disciplines enseignées, entre autres en mathématiques, chimie, physique et biologie.

Cependant, comme on l'a vu, ce passage de la théorie à la pratique ne se fit pas sans difficulté et nécessita des sollicitations répétées à cet égard. On doit en retenir que l'établissement de liens entre des connaissances morcellées ne se fait pas

automatiquement et nécessite un cheminement intellectuel dont la difficulté ne doit pas être sous-estimée. La résolution de problèmes collective fournit un accompagnement plus riche à ce cheminement, puisqu'il provient non seulement du maître mais des individus qui forment le groupe et du groupe lui-même.

Travail en équipe

Pour accomplir une tâche commune, les membres d'une équipe doivent établir des consensus, faire l'inventaire des ressources du groupe, accepter des responsabilités, apprendre le respect des autres tout en occupant la place qui leur revient respectivement. Cette activité est favorable au développement d'attitudes et de qualités personnelles qui sont objectifs de formation fondamentale au collégial.

Les étudiants engagés dans la recherche ont manifesté un intérêt véritable pour ce processus expérimental, sa nouveauté, son originalité. C'est la perspective d'apprendre, d'explorer une activité nouvelle, qui pouvait théoriquement déboucher sur une nouvelle approche pédagogique, qui les attira surtout. Leur disponibilité fut confirmée lorsque 15 d'entre eux acceptèrent de participer à une journée supplémentaire d'expérimentation, un samedi de janvier (activité qui fut annulée par la suite.)

Les étudiants ont également montré beaucoup de créativité dans les suggestions qu'ils recommandèrent d'apporter à l'environnement pédagogique et technique. Ils démontrèrent de plus la gratuité de leur engagement en refusant une rétribution modeste qui leur était proposée pour leur participation à la recherche et en suggérant qu'on utilise plutôt cette somme pour l'achat d'un autre logiciel de communication plus performant. Enfin, ils firent preuve d'autonomie et de responsabilité en se retirant du processus de façon temporaire ou permanente lorsque leur somme de travail scolaire augmentait. Sans aller jusqu'à prétendre que l'apparition de ces qualités soit due à l'activité expérimentée, nous n'en croyons pas moins que celle-ci offre de multiples occasions de les développer et de les mettre en valeur.

Interrogés au sujet des conditions nécessaires au succès du travail en groupe, les étudiants nomment:[1]

- la **participation**: il importe que chacun fasse sa part et collabore activement au processus; que la participation soit assidue, régulière; que les membres de l'équipe soient disponibles et solidaires de l'entreprise commune. On va même jusqu'à évoquer l'obligation pour chacun d'assimiler ce que les autres ont fait.

- la **coordination**: la nécessité pour un groupe de se donner un coordonnateur, dont le rôle est d'aiguiller les travaux sur une voie commune, d'empêcher que chacun suive sa petite idée et de présenter les rapports du groupe est apparue comme une évidence à l'ensemble des groupes. Pour ce qui est des pouvoirs à lui confier, les avis sont partagés. Alors que certains refusent de lui confier un rôle décisionnel et suggèrent que tous soient appelés à occuper ce poste à tour de rôle, d'autres sont prêts à lui confier le dernier mot et le droit de trancher en cas d'impasse ou d'imbroglio. D'autres encore préféreront déléguer ce pouvoir aux animatrices.

- l'**organisation**: on sent le besoin d'une organisation, d'une certaine discipline, certains parleront d'une hiérarchie, en un mot, d'une méthode d'organisation du travail qui facilite la communication et favorise l'efficacité. Cela paraît nécessaire pour permettre à une équipe de former assez rapidement les consensus sans lesquels le fonctionnement est impossible. Pour ce qui est de la composition des équipes, certains participants souhaitent des équipes polyvalentes alors que d'autres sont d'avis qu'on doit se préoccuper surtout de la compatibilité des membres d'une même équipe. La compatibilité des rythmes individuels de travail est aussi objet de préoccupation. Un participant écrit: "*Dans mon équipe il y en avait qui allaient trop vite pour ma disponibilité, ce qui me désintéressa.*"

---

[1]Ces éléments sont notés par ordre de fréquence des commentaires à ce sujet.

- l'**ouverture d'esprit**: on reconnaît qu'il faut se comprendre, laisser parler les autres, les écouter, réagir à ce qu'ils disent et donner ses opinions. Chacun doit prendre en considération les idées des autres, on ne doit pas se borner à son idée, il faut être capable de discuter, émettre des critiques constructives, faire preuve de politesse et savoir faire des compromis.

Cette expérience a donc amené les étudiants à identifier les attitudes et les dispositions nécessaires au travail en équipe.

Communication

Le travail en équipe se réalise par l'intermédiaire de la communication. Communiquer c'est comprendre et être compris. Pour comprendre, l'individu doit formuler des questions, reformuler des énoncés, établir des raisonnements et en évaluer la justesse. Un étudiant écrit: "*On n'exprime pas toujours bien ce qu'on veut dire, c'est-à-dire de façon à être compris par les autres.*" Pour convaincre, l'individu doit être en mesure de défendre ses idées, présenter des arguments logiques, étayer ses affirmations, faire une place aux idées différentes des siennes, les respecter, faire des compromis, accepter de modifier ses positions. Un autre écrit: "*On n'a pas toujours raison; quand on a raison, les autres disent souvent qu'on n'a pas raison si on n'est pas capable de le prouver.*" Enfin pour être compris, l'étudiant doit exprimer ses idées de façon claire, précise et concise, dans un langage correct du point de vue syntaxique et sémantique. La résolution de problèmes collective est basée sur l'efficacité de la communication et de l'expression écrite. Elle devrait donc avoir pour effet à long terme, d'entraîner une amélioration des performances des étudiants dans ces deux domaines.

Technologie

Enfin, la pratique de la communication sur réseau informatique familiarise l'étudiant avec une technologie qui fait presque déjà partie de l'environnement quotidien, apportant un complément indispensable à la formation de niveau collégial.

7.2 Quelques précautions

Les objections aux approches basées sur la coopération dans l'apprentissage sont multiples. On soutient entre autres que cette approche favorise l'assimilation ou l'absorption de l'individu dans le groupe; que les étudiants faibles, ayant peu à apporter au processus collectif, ont tendance à s'en remettre aux étudiants forts qui, en définitive, finissent par faire tout le boulot. On soulève, de plus, que le travail en groupe nécessite un rythme commun, ce qui entraîne une diminution de l'autonomie et une négation des différences individuelles; que la répartition des tâches a pour conséquence que chaque étudiant n'est confronté qu'à une partie de la tâche plutôt qu'à la tâche entière; que le fait de travailler en groupe, parce qu'il nécessite l'établissement de consensus et de discussions, ajoute des difficultés supplémentaires à une situation déjà complexe.

Enfin, ceux qui s'opposent à l'intégration de l'ordinateur à l'environnement d'apprentissage, soutiennent que la communication médiatisée déshumanise les échanges; ils désapprouvent également qu'on consacre à l'initiation à ces outils, un temps qui aurait pu être utilisé pour l'apprentissage d'une discipline.

Ces objections ne sont pas entièrement dénuées de fondements et nous sommes d'avis qu'un certain nombre de précautions doivent être prises pour éviter les difficultés auxquelles il est fait allusion ci-dessus et maximiser la probabilité que cette activité produise effectivement les bénéfices escomptés. Mais d'abord quelques remarques.

Nous ne croyons pas, par exemple, que l'écart évident entre les performances scolaires des élèves forts et faibles, corresponde à un écart similaire entre le potentiel des uns et des autres à performer dans la situation de résolution de problèmes telle qu'expérimentée. L'étudiant fort performe souvent de façon supérieure sur des exercices familiers, dans lesquels on lui demande de reproduire et d'appliquer ce qu'il vient d'apprendre et qu'il a maîtrisé plus rapidement que les autres. Mais devant des situations nouvelles, il peut être aussi démuni que n'importe quel de ses collègues et doit passer par les mêmes étapes de réflexion, d'essai et d'erreur. L'interaction avec ses pairs ne

peut dès lors lui être que bénéfique.

D'autre part, l'étudiant faible, qui dispose du temps nécessaire pour penser, digérer les interventions, construire ses raisonnements et les soumettre à la discussion, bénéficie de cet environnement et peut contribuer de façon substantielle au processus de groupe. L'interaction des variables "résultats scolaires", "performance en résolution de problèmes" et "exercice du leadership" n'a pas fait l'objet d'étude systématique au cours de la recherche. Nous avons tout de même pu faire certaines observations. Dans une équipe, un étudiant fort s'est approprié le processus de résolution dès le départ et l'équipe n'a pas survécu au premier problème. Dans une autre équipe, une espèce de compétition entre deux étudiants forts a également nui au processus. Dans les deux autres équipes, les responsabilités ont été davantage partagées et des étudiants qu'on ne saurait qualifier de forts ni de faibles, ont occupé une place centrale dans le processus, avec les résultats que l'on devine sur leur niveau d'estime de soi.

Pour ce qui est des objections à l'intégration de la technologie à l'environnement d'apprentissage, nous estimons qu'elles connaîtont le même sort que le débat occasionné il y a quelques années par l'apparition de la calculatrice. L'initiation des étudiants aux nouvelles technologies commence bien avant leur entrée au cégep et il est normal qu'elle se poursuive au collégial, de façon que ceux-ci apprennent à s'en servir à bon escient. Enfin, pour ce qui est des lacunes du système expérimenté ici, il faut savoir qu'il existe déjà des systèmes plus performants et que si nous devions aujourd'hui recommencer l'expérience, nous aurions le choix entre plusieurs logiciels expérimentés ailleurs à cet effet: Interchange, LiveWriter, Conference Writer, Aspects... (Miller, 1991), sans compter EIES 2 (Hiltz, 1990). Ceci n'élimine pas les difficultés dues à la langue d'usage et il faudra très bientôt se doter d'outils équivalents pour les collèges du Québec.

Voici maintenant quelques recommandations concernant l'implantation et l'encadrement d'un processus de résolution de problèmes par le groupe sur réseau informatique à des fins d'apprentissage.

1. **Se procurer les logiciels adéquats et s'assurer d'un bon soutien technique.**

Il est inutile d'élaborer davantage sur ce sujet qui a déjà été abondamment traité dans ce rapport. L'environnement doit soutenir adéquatement la représentation des connaissances, la langue utilisée et la communication entre les individus. D'autre part, le rôle de l'enseignant est d'élaborer des activités d'apprentissage riches et compatibles avec les caractéristiques de l'environnement, afin de pouvoir par la suite se concentrer sur le processus d'apprentissage.

2. **Donner des consignes claires**

Dans son rôle d'animateur du processus, l'enseignant doit assumer l'initiative des procédures, émettre des consignes claires, énoncer les règles du jeu et exprimer ses attentes avec précision. Les discussions portant sur la façon de procéder sont frustrantes et stériles; elles n'offrent pas un terrain propice à l'exercice du leadership ni à l'apprentissage et il importe de les éviter à tout prix.

3. **Promouvoir l'adoption de buts communs et préserver la responsabilité individuelle.**

Pour atteindre le succès dans la réalisation d'une tâche commune, un groupe doit établir un consensus au sujet des buts à atteindre. Toutefois, il importe également que chaque individu se sente personnellement responsable d'apporter une contribution à l'entreprise commune. Dans le contexte de l'expérimentation, il est possible que l'importance accordée à cette seconde condition ait été insuffisante, ce qui pourrait expliquer une partie des désistements massifs vécus dans la dernière partie de l'expérimentation. L'entretien d'un rapport de forces équilibré entre les membres d'un groupe constitue un défi majeur de l'animation en situation d'apprentissage.

4. **Suivre le processus de près.**

L'animateur doit suivre le processus de près, prendre connaissance des productions à chaque jour, répondre ou réagir à chaque contribution des étudiants, soit directement ou en incluant cette contribution dans un commentaire envoyé à plusieurs. Il doit également

relancer régulièrement la participation, au moyen de messages collectifs ou privés, en sollicitant des réponses, des réactions, des commentaires et des méta-commentaires. S'il réussit à empêcher quiconque de prendre du retard sur le processus collectif et à stimuler les interactions entre tous les participants, l'activité n'en sera que plus dynamique et fructueuse.

Certains étudiants ont suggéré que les interactions sur réseau se fassent à heure fixe, pour diminuer le temps d'attente d'une réponse ou d'une réaction aux messages. Nous croyons que cela obligerait à mettre de côté ce que nous considérons comme un avantage de cette approche, soit la commodité de l'accès au lieu et au temps qui conviennent à l'usager. Ce souhait souligne toutefois l'importance de l'assiduité pour tous les participants au processus, aussi bien au niveau des étudiants qu'à celui de l'enseignant.

5. **Etre patient et adopter une attitude réaliste**

L'animateur doit s'armer de patience, être prêt à attendre, à donner au processus le temps de maturation nécessaire. Les périodes de silence ne doivent pas être remplies avec les mots de l'animateur. Enfin, il lui faut surtout éviter de se poser en expert: une argumentation logique, cohérente et indéfectible risque d'entraîner le silence plutôt que de stimuler la participation.

Enfin, il faut allouer au processus, le temps nécessaire et suffisant pour que le groupe puisse s'acquitter des tâches confiées. Les étudiants ne doivent pas être surchargés et le processus doit progresser au rythme du groupe. A cet effet, nous recommandons le critère proposé dans le projet initial mais qui ne put être appliqué au cours de la recherche: le travail prend fin lorsque le groupe estime qu'il n'y a plus moyen d'améliorer la solution.

6. **Equilibrer les activités**

Quel que soit le niveau de performance du système utilisé, le contact personnel entre les

individus demeure toujours nécessaire. A la fin de l'expérimentation, les étudiants ont recommandé que l'on convoque périodiquement un rassemblement des équipes, pour permettre aux coéquipiers de se connaître et d'échanger sur l'expérience et les problèmes vécus. Le responsable de l'activité doit structurer celle-ci de façon à assurer un équilibre sain entre les interactions face à face et par communication électronique. Dans ces circonstances, le risque de déshumanisation des échanges sera minimisé.

7.3 Applications

La résolution de problèmes collective sur réseau informatique n'est certes pas une approche à utiliser sans discernement dans n'importe quelle situation d'apprentissage. L'exposé magistral, la communication face à face et l'étude individuelle comportent aussi des vertus indéniables qu'il faut mettre à profit selon les objectifs poursuivis. Cependant, l'enseignement étant avant tout l'art de varier, l'activité expérimentée constitue une alternative intéressante aux approches traditionnelles, car elle nécessite des comportements actifs et interactifs qui favorisent le développement d'habiletés fondamentales. Compatible en principe avec toutes les disciplines, pour peu qu'on se donne la peine de formuler des objectifs et d'élaborer des activités pertinentes, elle aura plus de succès dans les sujets qui sont ouverts au questionnement, à la discussion, au choix des méthodes, à l'élaboration de productions collectives ou à la consultation de banques de données, comme c'est le cas en économique, par exemple.

La révision du programme des sciences de la nature fournit également une excellente occasion de mettre au point un nouveau cours d'initiation aux technologies de communications. L'objectif de ce cours serait non seulement d'initier les étudiants à la manipulation des logiciels de communication, à la consultation des banques de données, répertoires et catalogues informatisés, mais aussi et surtout de les initier aux concepts fondamentaux de la théorie de l'information et aux méthodes et techniques de la communication. Ce cours pourrait évidemment être offert comme cours complémentaire dans tous les programmes de formation.

L'éducation à distance est aussi un champ privilégié pour y appliquer cette activité, tant auprès des clientèles régulières qu'auprès des clientèles spéciales: mères au foyer, handicapés, clientèles captives ou habitant les régions éloignées. De telles expériences sont maintenant implantées dans la plupart des régions du globe y compris au Québec et l'enseignement collégial devrait dès maintenant développer l'expertise nécessaire en ce domaine, afin d'être en mesure d'assumer le rôle qui lui revient dans la formation continue. Le manque de locaux dans les collèges et le fait qu'une grande proportion des étudiants disposent d'un ordinateur à la maison devraient inciter les responsables à investir dans cette voie pour développer l'enseignement collégial et l'adapter aux caractéristiques de la clientèle future des collèges.

Les réseaux informatiques locaux, qui existent maintenant dans tous les collèges ou presque, pourraient également être mis à contribution de façon plus importante qu'ils ne le sont présentement, pour le soutien de l'apprentissage. Ils pourraient servir entre autres à des fins de gestion telles l'inscription et la prise de rendez-vous; à des fins d'information au moyen d'un babillard; à des fins de consultation d'un expert dans la discipline dans le cadre des opérations du Centre d'aide à l'apprentissage ou encore, à des fins de consultation générale des étudiants ou des divers corps d'emploi par le moyen de sondages facilement compilables.

Enfin, nous croyons qu'il serait très pertinent d'y recourir dans des contextes autres que celui de l'apprentissage, par exemple pour le travail des nombreux comités qui forment aujourd'hui le tissu du travail quotidien fait par les enseignants et les administrateurs d'un même collège ou de plusieurs établissements du réseau.

CONCLUSION

Les conclusions de cette recherche sont à l'effet que la résolution de problèmes par le groupe sur réseau informatique est une approche pédagogique prometteuse pour l'enseignement collégial. Son intégration aux pratiques de l'enseignement collégial contribuera-t-elle à améliorer la qualité des apprentissages réalisés par nos étudiants? Il est trop tôt pour se prononcer en ce sens, mais toutes les conditions essentielles sont réunies: recherche et élaboration d'explications personnelles, communication avec d'autres apprenants, utilisation de l'écrit. Cette recherche a également permis de formuler quelques hypothèses.

Pour avoir observé une augmentation de la longueur des textes écrits, nous croyons que la pratique de la communication par réseau pourrait amener les étudiants à mieux exprimer leurs intuitions, leurs idées et leurs raisonnements. Pour avoir constaté une diminution du nombre de fautes par ligne de texte, entre le début et la fin de l'expérimentation, malgré la pauvreté de l'environnement d'écriture, nous croyons que la maîtrise du français écrit serait susceptible d'être améliorée par la pratique quotidienne de l'écriture, moyennant un environnement doté des caractéristiques et des consignes appropriées. Pour avoir vu les étudiants discuter de la formulation de problèmes pourtant simples, nous croyons que cette activité pourrait développer chez eux les habiletés nécessaires à l'argumentation, la logique et le sens des nuances. Pour avoir réussi à amener des équipes à utiliser des notions apprises en classe dans la solution des problèmes proposés, nous croyons que la résolution de problèmes par le groupe pourrait favoriser la synthèse et l'application des connaissances. Toutes ces hypothèses et bien d'autres encore devraient faire l'objet de recherches expérimentales à court terme. D'autres recherches seront également nécessaires pour déterminer de façon plus précise la nature du processus à implanter et les formes d'encadrement susceptibles d'en faire une application pédagogique réussie.

L'intérêt de cette approche réside principalement dans le fait qu'elle donne à l'étudiant un rôle actif: c'est lui qui doit prendre les initiatives, imprimer au processus de groupe sa compréhension du problème. Dans l'approche individuelle, l'étudiant se construit une représentation du problème et génère des explications ou des solutions possibles. Dans l'approche collective, l'étudiant doit les justifier auprès de ses coéquipiers, les défendre ou... les abandonner au profit de celles des autres.

Mais l'intérêt de cette approche réside surtout dans le fait qu'elle met l'étudiant non plus seulement en relation avec son professeur, mais aussi avec son groupe de pairs. La classe centrée sur le professeur devient donc un groupe centré sur les étudiants. Au lieu de se contenter d'absorber les idées émises par l'enseignant, les étudiants doivent exprimer les leurs, les confronter à celles des autres. Cet exercice est favorable à l'amélioration de l'estime de soi et à un engagement plus actif dans des démarches d'apprentissage fructueuses.

Enfin, par les productions qu'elle génère, cette approche offre d'excellentes perspectives de recherche, en particulier sur la communication à l'intérieur d'un groupe, sur les processus par lesquels l'apprentissage se produit et sur les environnements technologiques qui la facilitent.

Considérant que l'enseignement est, pratiquement depuis toujours, dispensé principalement à des groupes, il est étonnant de constater que l'on n'ait pas misé davantage à ce jour sur les effets dynamiques des interactions sur l'apprentissage. L'environnement technologique dont nous disposons maintenant nous le permet déjà. Les conditions de demain nous y forceront peut-être. Pour éviter d'être une fois de plus démunis devant le changement technologique, attachons-nous dès maintenant à mettre la communication et ses nouveaux outils au service de l'apprentissage et du développement cognitif. Comme l'exprimait SYLVESTRE à qui on demandait, au tout début de l'expérience, son avis sur l'activité proposée, "*c'est ardure mais fesable* (sic)!"

RÉFÉRENCES

Aloha-Sidaway, J. MacLean, M. Treuhaft, J. (1990). Computer-Mediated Communication and School Administrators: A Case Study of a University in-Service Course. *Canadian Journal of Educational Communication*, 19 (1), pp. 53-74.

Bales, R.F. (1950). *Interaction Process Analysis: A Method for the Study of Small Groups*. Reading, MA: Addison-Wesley.

Beckwith, Don (1987). Group problem-Solving via Computer-Conferencing: the Realizable potential. *Canadian Journal of Educational Communication*, 16 (2), pp. 89-106.

Bower, G.H., Hilgard, E.R. (1981). *Theories of Learning*. Englewood Cliffs, N.J: Prentice-Hall Inc.

Bush, Vannevar (1945). As We May Think in *Computer-Supported Cooperative Work; A Book of Readings*. Ed.: I. Greif (1988). San Mateo, CA: Morgan Kaufmann Publ. Co.

Corriveau, Louise (1991). *Les cégeps, question d'avenir*. Québec: Institut québécois de recherche sur la culture.

Davies, Dick (1989). Computer-Supported Cooperative Learning Systems: Interactive Group Technologies and Open Learning. *Programmed Learning and Educational Technology*, 25 (3), pp. 205-215.

de Bruyne et al. (1974). *Dynamique de la recherche en sciences sociales*. Paris: PUF.

Dubost, J., Lüdemann, O. (1977). Un nouveau courant de la recherche-action en Allemagne (R.F.A.). *Connexions*, No. 21, pp. 101-114.

Engelbart D. (1963). A Conceptual Framework for the Augmentation of Man's Intellect, In *Vistas in Information Handling*, Vol. 1, P.Howerton, Ed., Washington, DC : Spartan Books.

Engelbart, D. (1984). Authorship Provisions in Augment, IEEE *Compcon Conference*.

Engelbart, D. (1962). Towards High-Performance Knowledge Workers, OAC AFIPS Press.

Engelbart, D., English, W., (1968), A Research Center for Augmenting Human Intellect, *Proceedings of FJCC* 33 (1), Montvale, NY : AFIPS Press, pp. 395-410.

Flanders, N.A. (1961). Analyzing Teacher Behavior. *Educational Leadership*, pp. 173-180.

Gonzales, M.G., Carr, W.J. (1986). Impact of the Black Death (1348-1405) on World Population: Then and Now. *Mathematics Teacher*, 79(2), pp. 92-95.

Good, T.L., Reys, B.J., Grouws, D.A., Mulryan, C.M. (1990). Using Work-Groups in Mathematics Instruction. *Educational Leadership*, Déc.89/Janv.90, pp. 56-62.

Greif, Irene (1988). *Computer-Supported Cooperative Work: a Book of Readings*. San Mateo, CA: Morgan Kaufmann Pub. Co.

Harasim, Linda (1987). Teaching and Learning On-Line: Issues in Computer-Mediated Graduate Courses. *Canadian Journal of Educational Communication*, 16(2), pp. 117-135.

Hart, R. (1987). The Next steps: Towards a Third Generation Distributed Conferencing System. *Canadian Journal of Educational Communication*, 16(2), pp. 137-152.

Hiltz, S.R., Johnson K., Agle, G. (1978). *Replicating Bales Problem-Solving Experiments on a Computerized Conference: A Pilot Study*. Research Report no. 8, Computerized Conferencing and Communications Center, New Jersey Institute of Technology, Newark, N.J.

Hiltz, S.R., Johnson K., Turoff, M. (1982). *The Effects of Formal Human Leadership and Computer-Generated Decision Aids on Problem Solving via Computer: a Controlled Experiment*. Computerized Conferencing and Communications Center, New Jersey Institute of Technology, Newark, N.J.

Hiltz, S. Roxanne (1986). *The Virtual Classroom: Building the Foundations*. Research Report no. 24, Computerized Conferencing and Communications Center, New Jersey Institute of Technology, Newark, N.J.

Hiltz, S. Roxanne (1988). *Collaborative Learning in a Virtual Classroom. Highlights of Findings*. New Jersey Institute of Technology, Newark, N.J. Revision June 1988 for CSCW Proceedings.

Hiltz, S. Roxanne (1990). *The Virtual Classroom*. Les cahiers du congrès. 8è Congrès annuel L'ordinateur et l'éducation. Montréal: GEMS.

Johnson, D.W., Johnson, R.T. (1990). Social Skills for Succesful Group Work. *Educational Leadership*, Déc. 89/Janv.90, pp. 29-33.

Kagan, Spencer (1990). The Structural Approach to Cooperative Learning. *Educational Leadership*, Oct. 88, pp. 12-15.

Kaye, T. (1985). *Computer-Mediated Communication Systems for Distance Education: Report on a Study visit to North American.* (Project Report CCET-2). Milton Keynes, England: The Open University Institute for Educational Technology.

Kaye, T. (1987). Introducing Computer-Mediated Communication into a Distance Education System. *Canadian Journal of Educational Communication*, 16(2), pp. 153-166.

Licklider, J.C.R. & Vezza, A. (1978). Applications of Information Networks. *Proceedings of the IEEE* 66(11), pp. 1330-1346.

McCord, M.T. (1985). Methods and Theories of Instruction, In *Higher Education: Handbook in Theory and Research.* Ed.: John C. Smart. New York: Agathon Press Inc.

McCreary, E.K., Van Duren, J. (1987). Educational Applications of Computer Conferencing. *Canadian Journal of Educational Communication*, 16(2), pp. 107-115.

Miller, Melinda, M. (1991). Electronic Conferencing in the Networked Classroom. *College Teaching*, 39(4), pp. 136-139.

Newman, D., Goldman, S. (1987). Earth Lab: a Local Network for Collaboration Classroom Science. *Journal of Educational Technology Systems*, 15(3), pp. 237-247.

Polya, George (1945). *How to Solve It.* New York: Doubleday.

Self, John (1985). *Microcomputers in education.* Brighton: The Harvester Press Publishing Group.

Sheridan, J., Byrne, A.C., Quine, K. (1989). Collaborative Learning. Notes from the Field. *College Teaching*, 37(2), pp. 49-53.

Slavin, Robert (1988). Research on Cooperative Learning: Consensus and Controversy. *Educational Leadership*, Déc 89/Janvier.90, pp. 52-54.

Toppins, Anne (1989). Teaching by Testing. *College Teaching*, 37(3), pp. 96-99.

Turoff, M. Hiltz, S.R. (1983). *Feature Interview: Murray Turoff and Starr Roxanne Hiltz on Electronic Publishing and People.* TSEVI, pp. 8-13.

Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in Society: the Development of the Higher Psychological Processes.* Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wellanders, D.E. (1971). Interaction Analysis: A new Dimension in Student Teaching. In J.A. Johnson & R.C. Anderson (Eds.). *Secondary Student Teaching: Readings*, pp. 168-173.

Whipple, W.R. (1987). Collaborative Learning: Recognizing it when we see it. *Bulletin of the American Association for Higher Education*, 40(2), pp. 3-7.

Winograd, T. (1988). A Language/Action Perspective on the Design of Cooperative Work, *Human Computer Interaction*, 3(1), pp. 3-30.

Wood, E.F. (1987). Self-Checking Codes. An Application of Modular Arithmetic. *Mathematics Teacher*, 80(4), pp. 312-316.

ANNEXES

ANNEXE 1

INFORMATIONS

But de la recherche

Enrichir l'environnement collégial de manière qu'il offre aux étudiants des occasions plus nombreuses et plus variées d'apprendre et de se développer, et aux professeurs de nouvelles façons d'enseigner.

Objectifs de la recherche

1. Explorer la résolution de problèmes en groupe, médiatisée par réseau local de micro-ordinateurs: voir comment il faut procéder, quelles règles il faut se donner, quel soutien pédagogique et technologique est requis et souhaitable.

2. Vérifier si cette activité débouche sur des apprentissages et si oui, lesquels.

Déroulement du projet de recherche

1. Former une ou plusieurs équipes d'étudiants-chercheurs.

2. Donner à ces équipes une brève initiation à la résolution de problèmes coopérative ainsi qu'au travail sur réseau de communications.

3. Engager les équipes dans la résolution de problèmes.

4. Analyser et interpréter les résultats obtenus.

Implication des étudiants

1. Assister à une rencontre d'information au cours de laquelle on leur expliquera en détail le déroulement du projet de recherche, et où ils pourront décider de s'engager ou non dans la recherche. (2 rencontres de 1 heure, de 12:00 à 13:00 le 19 sept. ou de 4:30 à 5:30 le 20 sept.)

2. Participer à 6 heures de formation au travail en équipe sur réseau de micro-ordinateurs. (3 x 2 heures, semaines du 25 sept. et du 2 oct.)

3. Participer à la résolution de un ou plusieurs problèmes, pour un total approximatif d'une quinzaine d'heures environ. Pour chaque problème, un énoncé et des consignes précises seront données. Chaque membre de l'équipe se choisira un pseudonyme, et tous collaboreront à construire une (ou plusieurs) solutions. La communication se fera exclusivement par le réseau de micro-

ordinateurs. Chacun pourra donc travailler au moment et à l'endroit qui lui conviennent le mieux. Exemples de problèmes:
-le Collège de Sherbrooke produit-il des déchets toxiques?
-concevoir un système de prêts et bourses qui tiennent compte des besoins réels des étudiantset des ressources de la société.
-l'intersection Parc-Terrill peut-elle être qualifiée de "dangereuse"?
(Les étudiants pourraient aussi proposer des problèmes)

4. Participer à l'évaluation finale du projet, en remplissant un questionnaire, en participant à une entrevue individuelle ou en groupe.

Conditions à remplir

1. Curiosité intellectuelle

2. Intérêt pour l'approche scientifique en recherche.

3. Goût de consacrer des heures de loisir à une activité éducative libre.

2. Disposer d'une vingtaine d'heures d'ici la fin novembre, heures qui seront prises sur le temps de loisir et non le temps d'étude requis par les cours réguliers.

Avantages pouvant en résulter pour les étudiants

1. Contribuer au développement de ce qui pourrait devenir une nouvelle approche d'enseignement et d'apprentissage au collégial, ou un nouveau cours complémentaire.

2. Développer de nouvelles habiletés: résolution de problèmes, travail en équipe, communication via un réseau de micro-ordinateurs.

3. Recevoir une initiation à la recherche en participant aux travaux d'une équipe de recherche.

4. Faire de cette expérience, le sujet d'un travail de session.

5. Attestation de participation à être conservée pour l'établissement d'un curriculum vitae.

6. Recevoir une rétribution (modeste) pour les efforts consentis.

Engagement des professeurs-chercheurs

1. Ne pas demander plus d'heures que prévu.
2. Que cette activité ne soit en aucune façon reliée à l'évaluation des apprentissages et au bulletin cumulatif des étudiants.

ANNEXE 2

PROJET DE RECHERCHE: Résoudre des problèmes, ensemble, sur réseau

Entente entre

les étudiant-e-s et les professeures

en vue de la constitution d'une équipe de recherche

Les étudiant-e-s s'engagent à:

recevoir une formation de 6 heures (3 x 2 hres) sur la résolution de problèmes en groupe et le travail sur réseau local de micro-ordinateurs;

participer activement aux différentes démarches de résolution de problèmes qui seront proposées à leur équipe, en respectant les consignes qui seront établies pour ce travail;

participer à l'évaluation des activités de recherche selon le ou les modes choisis: questionnaires, entrevues individuelles ou de groupe;

prendre le temps requis par ce projet de recherche sur les heures de loisir, et non sur les heures qui devraient être consacrées à l'apprentissage dans le cadre des cours du cheminement régulier.

Les professeures s'engagent à:

dispenser la formation nécessaire aux étudiant-e-s;

apporter aux individus et aux équipes le soutien nécessaire;

informer les étudiant-e-s chercheur-e-s des résultats de la recherche;

ne pas demander aux étudiant-e-s, une somme de travail dépassant un total de 20 à 25 heures;

n'utiliser les données recueillies au cours de la recherche que pour l'analyse des résultats de cette recherche.

Rupture de l'entente

En tout temps, l'étudiant pourra décider de mettre fin à cette entente, sur simple avis. Il-elle sera alors libéré-e de ses obligations envers l'équipe, et renoncera par le fait même aux avantages prévus par l'entente.

En tout temps, les professeures pourront demander à un-e étudiant-e qui ne respecte pas les termes de l'entente, de se retirer de l'équipe de recherche, mettant ainsi fin à l'entente.

Après lecture des termes de cette entente, je demande librement à faire partie de l'équipe de recherche et m'engage à respecter les termes de l'entente. Je consens également à ce que l'information que je fournirai au moyen des questionnaires et autres instruments de cueillette des données, soit utilisée sous forme anonyme pour l'analyse des résultats de cette recherche.

Signé _____ Tél. _____
(étudiant-e)

Pseudonyme choisi _____

Je m'engage à respecter les termes de cette entente.

Signé _____ Tél. _____
(professeure)

Date _____

ANNEXE 3

PROJET DE RECHERCHE: Résoudre des problèmes, ensemble, sur réseau

QUESTIONNAIRE 1

Ce questionnaire vise à permettre l'étude de certaines variables en rapport avec le processus de résolution de problèmes en groupe sur réseau local de micro-ordinateurs. Les données qu'il produira seront traitées de façon complètement anonyme.

SECTION A: Expérience antérieure sur ordinateur et réseau

Consigne : Encerclez l'énoncé qui correspond à votre réponse.

1. Lequel des énoncés suivants décrit le mieux votre expérience antérieure avec les ordinateurs?

a) Je suis un novice; ceci sera ma première expérience avec un micro-ordinateur.

b) J'ai utilisé occasionnellement un micro-ordinateur.

c) J'utilise souvent un micro-ordinateur, surtout avec des logiciels éducatifs, traitement de texte, etc...

d) J'utilise souvent un micro-ordinateur et je connais un ou plusieurs langages de programmation.

2. Avez-vous déjà utilisé un système de communication réseau (courrier électronique, téléconférence,...)?

a) non

b) oui

3. Avez-vous accès à un ordinateur en-dehors des locaux du Collège de Sherbrooke?

a) non

b) oui

Si oui, à quel endroit? _____

quel type d'ordinateur? _____

SECTION B: VOS ATTENTES PAR RAPPORT A CE SYSTEME

Consigne: encerclez le nombre qui décrit le mieux vos attentes.

4. Vous attendez-vous à ce que ce système soit:

1	2	3	4	5	6	7
difficile à apprendre						facile à apprendre
difficile à utiliser						facile à utiliser
non convivial						convivial
non performant						performant

5. Vous attendez-vous à ce que l'utilisation de ce sytème vous aide à développer des habiletés **cognitives** qui pourraient vous être utiles dans vos études ou dans votre carrière?

1	2	3	4	5	6	7
certainement			peut-être			pas du tout

6. Vous attendez-vous à ce que l'utilisation de ce sytème vous aide à développer des habiletés **sociales** qui pourraient vous être utiles dans vos études ou dans votre carrière?

1	2	3	4	5	6	7
certainement			peut-être			pas du tout

7. Vous attendez-vous à ce que l'utilisation de ce sytème vous aide à développer des habiletés **techniques** qui pourraient vous être utiles dans vos études ou dans votre carrière?

1	2	3	4	5	6	7
certainement			peut-être			pas du tout

ANNEXE 3 (suite)

SECTION C: AUTRES INFORMATIONS

Consigne: Encerclez la réponse appropriée.

8. Quelle est la raison la plus importante qui vous a incité-e à participer à ce projet de recherche?

a) Intérêt pour la communication par réseau informatique

b) Développement de mes habiletés à résoudre des problèmes

c) Apprentissage du travail en groupe

d) Nouveauté, originalité du projet, de l'activité

e) Initiation à la recherche scientifique

f) Autre (préciser) _____

9. Comment décrivez-vous votre habileté au clavier?

a) Jamais tapé au clavier (dactylo ni ordinateur)

b) Me débrouille avec un ou deux doigts.

c) Je connais le doigté mais n'ai pas beaucoup de pratique.

d) Bonne (25 mots par seconde, peu d'erreurs)

e) Excellente

Age: a) 17 ans b) 18 ans c) 19 ans d) plus de 19 ans

Sexe: féminin ____ masculin ____

Pseudonyme _____ Groupe de base _____

ANNEXE 4

PROJET DE RECHERCHE: Résoudre des problèmes, ensemble, sur réseau

QUESTIONNAIRE 2

Ce questionnaire vise à permettre l'étude de certaines variables en rapport avec le processus de résolution de problèmes en groupe sur réseau local de micro-ordinateurs. Les données qu'il produira seront traitées de façon complètement anonyme.

SECTION A: LE SYSTEME INFORMATIQUE

Consigne: encerclez le nombre qui décrit le mieux votre opinion.

1. Le système de courrier électronique était:

1	2	3	4	5	6	7
difficile à apprendre						facile à apprendre
1	2	3	4	5	6	7
difficile à utiliser						facile à utiliser
1	2	3	4	5	6	7
non convivial						convivial
1	2	3	4	5	6	7
non performant						performant

2. Le logiciel MathCAD était:

1	2	3	4	5	6	7
difficile à apprendre						facile à apprendre
1	2	3	4	5	6	7
difficile à utiliser						facile à utiliser
1	2	3	4	5	6	7
non convivial						convivial
1	2	3	4	5	6	7
non performant						performant

3. La formation reçue au début du projet était:

1	2	3	4	5	6	7
nettement insuffisante						nettement suffisante

4. Quelles caractéristiques un logiciel utilisé pour la résolution de problèmes en groupe devrait-il avoir selon vous?

_____

_____

_____

_____

SECTION B: LES PROBLEMES

Consigne: encerclez le chiffre qui décrit le mieux votre opinion

5. Le problème 1 était:

1	2	3	4	5	6	7
très difficile						très facile

1	2	3	4	5	6	7
peu intéressant						très intéressant

Temps passé à travailler sur le problème 1:

a	b	c	d	e
moins de 1 hre	1-3 hres	3-5 hres	5-7 hres	plus de 7 hres

6. Le problème 2 était:

1	2	3	4	5	6	7
très difficile						très facile

1	2	3	4	5	6	7
peu intéressant						très intéressant

Temps passé à travailler sur le problème 2:

a	b	c	d	e
moins de 1 hre	1-3 hres	3-5 hres	5-7 hres	plus de 7 hres

7. Le problème 3 était:

1	2	3	4	5	6	7
très difficile						très facile

1	2	3	4	5	6	7
peu intéressant						très intéressant

Temps passé à travailler sur le problème 3:

a	b	c	d	e
moins de 1 hre	1-3 hres	3-5 hres	5-7 hres	plus de 7 hres

SECTION C: LE TRAVAIL EN GROUPE

8. Résoudre des problèmes en groupe m'a paru:

1	2	3	4	5	6	7
très difficile						très facile

1	2	3	4	5	6	7
peu intéressant						très intéressant

9. Quelles sont selon vous les conditions nécessaires au succès du travail en équipe?

_____

_____

_____

_____

SECTION D: RESULTATS

9. Cette expérience m'a permis de compléter mes connaissances théoriques:

1	2	3	4	5	6	7
tout à fait en désaccord						tout à fait d'accord

Si d'accord, précisez ce que vous avez appris:

_____

_____

_____

_____

10. Cette expérience m'a permis de développer des habiletés:

1	2	3	4	5	6	7
tout à fait en désaccord						tout à fait d'accord

Si d'accord, précisez lesquelles:

_____

_____

_____

_____

SECTION E: DEROULEMENT GENERAL DU PROJET

11. Que pensez-vous en général de l'aide apportée par les profs?

12. Qu'est-ce que vous avez le mieux aimé dans cette expérience?

13. Qu'est-ce que vous avez aimé le moins?

14. Et si c'était à recommencer, auriez-vous des suggestions?

Pseudonyme _____ Groupe de base _____

ANNEXE 5

INSTRUMENTS D'ANALYSE

GRILLE D'ANALYSE DES INTERACTIONS

Interactions constructives

1 Orientées vers la synergie
- 1.1 manipuler des messages: les éditer, les reformuler, les résumer
- 1.2 manifester son accord de façon constructive
- \+ 1.3 formuler des hypothèses, partager des découvertes
- 1.4 présenter une argumentation logique
- 1.5 conférer l'autorité au groupe

2 Orientées vers la synectique
- 2.1 demander des idées, opinions alternatives, divergentes
- 2.2 fournir des alternatives, se faire l'avocat du diable
- 2.3 refuser son accord de façon constructive
- 2.4 réagir, répondre aux messages
- • 2.5 demander des éclaircissements, de l'aide
- • 2.6 fournir des éclaircissements, de l'aide, des moyens
- 2.7 exprimer des sentiments

Interactions destructives

3 Auto-référentielles
- 3.1 demander, fournir une solution d'expert
- 3.2 assumer l'autorité sur le groupe
- 3.3 émettre des directives, des orientations
- 3.4 faire des exposés, sermoner
- • 3.5 formuler des questions, des réponses convergentes
- \+ 3.6 invoquer des excuses, se disculper

4 Polarisantes
- • 4.1 critiquer, faire preuve d'antagonisme, réprimander
- • 4.2 ignorer, rejeter les messages, les sentiments des autres
- \+ 4.3 manifester des comportements qui détournent de la tâche

Interactions facilitantes

5 Orientées vers la création d'un environnement propice à la résolution de problèmes
- 5.1 attirer l'attention sur des questions pertinentes
- 5.2 récupérer les comportements non centrés sur la tâche
- 5.3 donner des renforcements positifs aux manifestations de créativité
- 5.4 demander des modifications appropriées pour satisfaire les besoins du groupe
- 5.5 garder le débat ouvert jusqu'à ce qu'une exploration complète ait été faite
- 5.6 réduire, éliminer les tensions
- 5.7 accepter les sentiments des autres
- 5.8 manier l'humour
- \+ 5.9 reconnaître ses erreurs
- \+ 5.10 faire usage de formules de politesse, de civilités...

ANNEXE 5 (suite)

MODÈLE DE RÉSOLUTION DE PROBLÈMES COLLECTIVE

Etapes du modèle	Nos des mémos										Total	
											N	%
1 formuler le problème												
2 énoncer une hypothèse												
3 générer différentes méthodes												
4 identifier les données nécessaires												
5 identifier les ressources du groupe												
6 recueillir les données												
7 manipuler, traiter les données												
8 appliquer les méthodes												
9 formuler la solution												
10 vérifier, critiquer la solution												
Total												

ANNEXE 6

COMMUNICATIONS PAR LE CEGEP-INTER

Invitation

Cette invitation s'adresse à tous les étudiants et étudiantes, de tous les niveaux et de tous les programmes des secteurs général et professionnel.

Un tout nouveau projet de recherche démarre au Collège et il te concerne. Essaie un peu de deviner de quoi il s'agit à partir des indices suivants. Tu sais probablement que le Collège possède cinq laboratoires de micro-ordinateurs, reliés en réseau. Tu sais aussi que les ordinateurs sont des outils très puissants pour résoudre des problèmes. — Non, non, pas seulement les problèmes pris dans les livres: des vrais problèmes, comme ceux que la vie te donnera à résoudre! — Enfin, tu te doutes bien que plus il y a de têtes à travailler sur un problème, meilleures sont les chances de construire une ou plusieurs bonnes solutions. Alors, ce projet de recherche, il consiste en quoi au juste?

Mais oui, à **résoudre des problèmes, ensemble, sur réseau!**

Tu ne sais pas comment on fait? Ben, nous non plus .. et c'est justement le sujet de la recherche. Parce que ça nous paraît important de développer de nouvelles façons de travailler ensemble, d'utiliser toute la puissance des nouveaux outils technologiques, surtout que justement, des problèmes, il n'en manque pas par les temps qui courent.

Alors si ce projet t'intéresse ou t'intrigue, si tu disposes d'environ une vingtaine d'heures à investir dans une **activité libre** d'ici la fin de novembre et si tu veux en apprendre davantage sur ce que ce projet peut t'apporter à toi, viens à l'une ces deux rencontres prévues pour:

le mardi 19 septembre, de 12 h à 13 h, au local 52-256 du pavillon 2 ou le mercredi 20 septembre, de 17 h à 18 h, au local 23-132 du pavillon 3.

Nous te donnerons alors toute l'information relative au projet et tu pourras décider de te joindre ou non à l'équipe de recherche.

L'équipe provisoire,
Marie-Jane Haguel et Jacqueline T. Giard

Résoudre des problèmes

Les rencontres d'information relativement au projet Résoudre des problèmes, ensemble, sur réseau auront lieu cette semaine, le mardi 3 octobre, de 12 h à 13 h, au local 52-256 du pavillon 2 et le mercredi 4 octobre, de 17 h à 18 h, au local 23-132 du pavillon 3.

Les étudiantes et étudiants intéressés sont priés de se présenter à l'une ou l'autre de ces rencontres.

Marie-Jane Haguel et Jacqueline T. Giard

3

Résoudre des problèmes

Des nouvelles du projet de recherche Résoudre des problèmes, ensemble, sur réseau...

21 étudiants et étudiantes font maintenant partie de l'équipe de recherche. Le premier problème posait la question suivante: Quelle est la hauteur de la résidence des étudiant-e-s?
Les quatre équipes ont soumis des solutions différentes.
Dan, Moroko, Kevin, VE2-Guv, Beauce et Sylvestre, après avoir envisagé des méthodes toutes plus ingénieuses les unes que les autres, ont rendu visite au régisseur de l'entretien général et au responsable de l'entretien du pavillon 2. La réponse soumise: 35, 6m (107 pieds) pour la façade est et 43,3m (130 pieds) pour la façade ouest.
Ti-Crick, Wolf, Creature, Ploc et NMN, après avoir longuement discuté à savoir si la résidence commençait au 1er ou au 4e étage, ont utilisé des données contenues dans le rapport annuel 1987-88, pour établir la hauteur hors tout (sous-sol compris) à 43,3 m (130 pieds).

2

Viper, Descartes, Tartempion, Roye, Freud et Guerrier ne se sont pas contentés de contempler des méthodes, ils-elles les ont appliquées. Le calcul basé sur le nombre de marches et la hauteur de chacune ont mené à une hauteur de 42,5 ±1,8m. Le calcul basé sur les propriétés des triangles semblables a donné 46,3 ±1,2m. Une vérification faisant appel à la loi des sinus a confirmé ce résultat. Note encourageante pour les professeurs de sciences: on a apporté beaucoup de soin au calcul d'erreur.
Lordnews, Sire Naja, Robin Hood et Fou Rire ont imaginé une liste exhaustive de méthodes utilisables et ont opté pour le calcul basé sur une moyenne de mesures obtenues à l'aide d'un sextant de fortune (livre de math., rapporteur d'angle, fil à plomb). La hauteur calculée: 35m (105 pieds). La précision initialement visée a dû être mise de côté, mais la synthèse de la démarche était d'une précision remarquable.
Qu'avons-nous appris jusqu'à maintenant?
Que la formulation précise du problème est une tâche préalable importante et souvent escamotée;
qu'il est difficile, mais indispensable, d'obtenir des consensus pour arriver à une production de groupe;
que le système de courrier électronique que nous utilisons pose des contraintes à la communication, mais qu'il permet de garder la trace des interactions, ce que ne permet pas nécessairement la communication verbale.

Bravo à toutes les équipes!

Merci à Christiane et Benoît pour le soutien informatique. Félicitations à Julien Bergeron et Raynald Couture, membres honoraires de l'équipe de recherche.

Jacqueline et Marie-Jane

ANNEXE 6 (suite)

Résoudre des problèmes, ensemble, sur réseau

Conformément à l'entente conclue au départ, l'équipe de recherche sur la résolution de problèmes collective a mis fin à ses activités pour la session d'automne, le 30 novembre dernier.

L'objectif général de ce projet était d'implanter un processus collectif de résolution de problèmes sur réseau informatique local, afin de déterminer le potentiel éducatif de cette approche en milieu collégial.

La réalisaton de ce projet a nécessité entre autres la collaboration du département de Mathématiques, du Service de la recherche et du développement et du Service de l'informatique. Que toutes et tous en soient remerciés.

Mais cette recherche n'aurait jamais pu avoir lieu sans la participation active et enthousiaste des étudiants et étudiantes des Sciences et Technques physiques qui ont répondu à l'invitation et qui n'ont ménagé ni leur temps, ni leur énergie, ni leurs commentaires, en dépit d'un horaire chargé. En acceptant de s'engager dans une activité qui ne leur apportait ni note, ni crédit, tout en exigeant un effort intellectuel important, ils auront peut-être contribué à expliciter le rôle des interactions sociales dans la construction personnelle du savoir. Chose certaine, ils auront fait la preuve que la recherche était pour eux une activité significative. Bravo et merci!

Jacqueline et Marie-Jane

ANNEXE 7

PROBLEME 1 - EQUIPE 1

2: Memo "RAPP1" from VE2-GUV eq-1 Tuesday, Oct 24, 11:30 a
Subject: Rapport #1

D'abord je veux souhaiter la bienvenue a Moroko, qui a deja manifeste son desir de s'impliquer dans l'equipe. Merci a toi.

Ensuite, je veux vous annoncer que mon pseudonyme est maintenant corrige, vous m'appelerai desormais VE2-GUV Merci a nos deux as de profs. pour cette correction ! ! !

Je veux ensuite confirmer les dires de Moroko, je suis alle ce matin au 1er etage du pavillon 2 pour demander au contremaitre de la maintenance lourde, M. Couture, de verifier sur les plans la hauteur du pavillon 6, sur le cote face au pavillon 3, il mesure bien 130 pieds a plus ou moins 3 pieds pres.

Avant de donner un resume de la resolution de ce premier probleme, j'aimerais mettre Moroko au courant de la facon de travailler que nous avons adopte... Moroko, tu liras le memo intitule Rappi-1, merci...

Resume des etapes de resolution du probleme #1:

- Nous avons d'abord, dans un chaos assez cocasse imputable a notre manque d'experience mais aussi au fait que nous travaillions tous en meme temps, determine ce que nous voulions exactement mesurer. Soit: la hauteur du pavillon #6 du niveau du sol entre ce pavillon et le pavillon 3 (niveau de la Biblairie) au niveau du toit le plus haut (etage abritant le mecanisme de l'ascenseur). Notez que ceci n'inclu pas les cheminees qui, sur les plans de M. Couture, n'ont guere plus de 8 pieds de haut...
- Ensuite, nous avons suggere des methodes toutes plus originales les unes que les autres pour determiner ladite hauteur... et quand je dis originales, certains savent de quoi je parle... hein KEVIN... hum, passons...
- Les profs. nous conseillant une facon de faire ordonnee, nous avons execute une etape que nous avions comme saute... celle de l'estimation de la hauteur, elle fut executee vite et bien...
- Par apres, une semaine s'est passee, au cours de laquelle une idee geniale a germe dans la tete de plusieurs... Dieu seul sait par quel hasard... ce qui a fait qu'au lieu d'appliquer l'une des methodes farfelues dont nous venons de parler, nous nous sommes informes sur la hauteur d'une facon tres sage: nous avons consulte les plans...
- Resultat: le dit edifice mesure env. 130 pieds ou si vous aimez mieux, un peu plus de 41 m.

Merci a toute l'equipe pour votre participation active, interessante et motivante, mesdames Jacqueline et Marie-Jeanne, nous attendons de nouveaux defis...

VE2-GUV, 24 Octobre 1989.

Prev. Line J <PgDn> Next Page J <PgUp> Prev. Page J <F2> Done

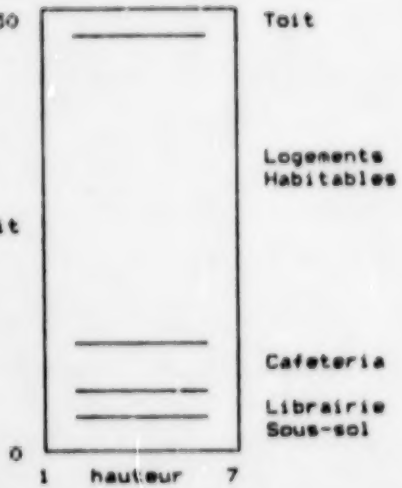
ANNEXE 7 (suite)

PROBLEME 1 - EQUIPE 2

modifications 3e version

```
hauteur := 2 ..6
soussol := 10
librairie := 8 + soussol          question:hauteur de la residence
cafeteria := 14 + librairie
loyerhab := 10 9 + cafeteria
toit := 8 + loyerhab

reponse:
          Selon les plans, chaque etage a environs 10 pieds
          disons que les lignes indiquent les limites entre
          les parties.
```



soussol,librairie,cafeteria,loyerhab,toit

```
la hauteur de la residence est de 130 pieds
                                  signe :ti-crick et nnn
                                 autre : ?
```

ANNEXE 7 (suite)

PROBLEME 1 - EQUIPE 3

13: Memo "PREUVE" from DESCARTES Wednesday, Oct [illegible], 9:29 a
##
Subject: la methode par triangulation

Je vais tout d'abord explique cette methode; On plante en premier une perche de deux metre a une certaine distance de l'edifice (le plus loin possible pour amoindrir l'erreur) puis on place une deuxieme perche de un metre cette fois derriere la premiere de facon a voir le sommet de la residence sur le bout des deux perche, puis on prend la mesure entre les deux baton et la mesure separant l'edifice de premier baton (celui de deux metre). Maintenant traitons ces donnees: imaginons un triangle ABC ou B est le sommet et C la base de la residence, A est le point de rencontre avec le sol d'une droite imaginaire passant par le sommet de la residence (B) et le haut des deux perches. Nous obtenons trois triangle (ABC, et deux triangle forme par les deux perches et par A) tous semblables. Pour travailler plus facilement, nommons quelque variable:

-h =hauteur de la residence
-l =distance entre la perche de 2m. et la residence
-x =distance entre les deux perches
-a =distance entre le point A et la base de la perche de 1m.

par la loi de triangles semblables, on obtient:

$\frac{h}{2m} = \frac{l+a+x}{a+x}$ (j'ai utiliser ici le triangle ABC et le triangle former par la perche de 2m. et A. (l+a+x est la longueur de AC et a+x la longueur de la base du triangle perche-A)

Il nous reste a trouver la variable a. procedons encore par triangle semblable:

$\frac{2m}{a+x}$ longueur de la base du triangle perche-A)

Il nous reste a trouver la variable a. procedons encore par triangle semblable:

$\frac{2m}{1m} = \frac{a+x}{a}$ $\Rightarrow$ $2*a=a+x$ $\Rightarrow$ $2a-a=x$ $\Rightarrow$ $a=x$ (j'ai utiliser ici les deux triangle formar par les deux perches et A)

En remplacant a par x dans la premiere equation, on obtient:

$\frac{h}{2} = \frac{1+2x}{2x}$ $\Rightarrow$ $h = \frac{2(1+2x)}{2x}$ $\Rightarrow$ $h = \frac{1+2x}{x}$

Voici sur quoi j'ai base mes calculs. j'ose esperer que vous avez bien compris sinon faites un graphique et ce sera plus facile. Dans mon prochain memo, je ferais les calculs proprement dits.

DESCARTES

ANNEXE 7 (suite)

PROBLEME 1 - EQUIPE 3

3: Memo "A9" from VIPER #9-3 Tuesday, Oct 24, 9:42 am

Subject: Bon tout le monde semble d'accord sur le cote a me. r.Maintenant il y a deux solutions retenues:par les rapports de triangles et la methode du calcul des marches.

Meme si la deuxieme peut s'averer tres approximative,elle peut donner de tres bon resultats.Vu que ca prend un cave pour mesurer les marches,je l'ai fait.Avant de faire part de mes resultats,j'aimerais dissiper certains doutes. Les marches sont par conventions toutes de la meme espacement.Car si les marches ne serait pas egales cela risquerait d'etre dangereux.

Il y a deux types de marches:les marches du 2eme au 4eme etages(Riblarie jusqu'au ier plancher des residences) et les marches des residences.

La premiere serie compte 56 marches et la deuxieme serie en compte(sauf erreur possible de ma part) 192.

Je n'ai malheureusement pas eu la chance de mesurer la hauteur des deux sortes de marches car je n'avait pas de regle.Mais si quelqu'un passe dans ce coin aujourd'hui,il n'a qu'a prendre la hauteur des deux sortes de marches.

Il manque evidement le dernier etage qui est soit disant barre.Mais on peut quand meme faire une tres bonne approximation de cette hauteur.

Je suis persuade que cette methode nous permet d'arriver avec une erreur de moins de 1 metre.La plus grande imprecision etant le dernier etage.

Pour ce qui est de l'autre methode,elle peut etre tres bonne mais je ne l'ai pas tres bien saisi mais je crois que l'instigateur de cette idee devrait aller faire ce calcul lui-meme vu qu'il a l'air de savoir ou il s'en va. Quitte a nous donner sa demarche,simplifiee,par apres.

ANNEXE 7 (suite)

PROBLEME 1 - EQUIPE 3

Je crois quand meme que ce calcul est beaucoup plus imprecis que le calcul des marches.Meme si on dit que c'est des rapports,il y a quand meme le fait de calculer avec un gallon a mesurer.C'est une methode qui s'avere plus ou moins pricise selon qu'on utilise un gallon de 100' ou un de 10'.Un autre element est le fait que le gallon n'est jamais parfaitemant tendu.Un autre aspect qui fait augmenter le pourcentage d'erreur.C'est une methode tres bonne et sophistique mais encore la c'est generalement fait avec du materiel d'arpentage.

EN BREF

La methode des marches:il ne reste qu'a calculer la hauteur du dernier etage(la corniche) et de mesurer la hauteur des deux types de marches.

La methode des triangle:Tout le calcul reste a faire.Donc si quelqu'un a le temps qu'il en profite pour le faire au plus vite car on nous suggere le 25 comme date de remise de l solution.

(la methode des marches pourrait etre prete demain.)

Bon assez parle,a vous la parole.

Viper

ANNEXE 7 (suite)

PROBLEME 1 - EQUIPE 3

6: Memo "CALCULS" from DESCARTES Wednesday, Oct 25, 9:48 am

Subject: mon Calcul de la hauteure de la residence.

Sur le terrain j'ai pris les mesures suivantes:

x=1.215m q 0.01m
l= (30m q 0.03m) + (12m56 q 0.02m) + (11m10 q 0.25m) = 53.86m q 0.3m

(voir le memo PREUVE pour voir ce que x et l representent)

par la relation $h = \frac{l+2x}{x}$,nous pouvons calculer h (la hauteur de la residence)

$$h = \frac{53.86+2*1.215}{1.215} = \frac{56.29}{1.215} = 46.3 \text{ metres}$$

La hauteur de la residence (du sol face a la biblairie jusqu'au sommet) serait donc de 46.3 metre q 1.2 metre (voir mon prochain memo pour voir sur quoi je me base pour l'erreur de q 1.2 metre). J'aimerais savoir ce que vous penser de ce resultat. Personnelement je ne m'attendais pas a si haut ni a une si petite erreur. En tout cas envoyez moi de vos nouvelle.

DESCARTES

ANNEXE 7 (suite)

PROBLEME 1 - EQUIPE 3

```
11: Memo "ERREUR" from DESCARTES                    Wednesday, Oct 25, 10:36 ar
###################################################################################
Subject: mon calcul d'erreur.

  pour mon calcul d'erreur j'ai ete oblige de refaire une autre formule pour
h, car la hauteur des deux perche n'etait pas necessiarement egales a 1 et 2
metres. definissons donc deux nouvelles variable:
     s= longueur de la perche de 2m
     r= longueur de la perche de 1m
     c= distance entre A et la base de la perche de 2m.

 alors, h= s (1+c)          j'ai obtenu ces egalite par triangle semblable et
          ---               si vous voulez plus de details, faites le moi savoir
           c                VOIR LE MEMO PREUVE POUR h,l et x .

        x= xr  + x
          ----
          s-r

dc = ( dx/x + dr/r + d(s-r)/(s-r) )*xr/(s-r) + dx     |  d(variable)=erreur
                                                      |  sur la variable
dh/h= ds/s + d(1+c)/(1+c) + dc/c

h=46.3m    dh=?
l=57.86m   dl=0.3m
x=1.215m   dx=0.01m
s=2m       ds=0.005m
r=1m       dr=0.005m
c=2.43m    dc=?

dc= ( 0.01/1.215 + 0.005/1 + 0.01/1 )*1.215 + 0.01 = 0.04m

dh/h= 0.005/2 + 0.34/56.29 + 0.04/2.43 = 0.025

dh=h*0.025= 1.2m

r=1m       dr=0.005m
c=2.43m    dc=?

dc= ( 0.01/1.215 + 0.005/1 + 0.01/1 )*1.215 + 0.01 = 0.04m

dh/h= 0.005/2 + 0.34/56.29 + 0.04/2.43 = 0.025

dh=h*0.025= 1.2m

Je sais que ces calculs peuvent paraitrent nebuleux, mais ceux qui ont deja
eut des lab. de physique ou chimie avec calculs d'erreur me comprendrons un
peu (je l'espere). Je crois que j'aurais du faire cette partie sur mathcad
mais je viens juste d'y penser. En tout cas envoyer moi vos commentaire, car
on doit choisir aujourd'hui la methode finale. (celle-ci ou les marches). a
bientot!

                                                    DESCARTES
###################################################################################
 Prev. Line J <PgDn> Next Page J <PgUp> Prev. Page J  <F2>  Done
```

ANNEXE 7 (suite)

PROBLEME 1 - EQUIPE 3

1: Memo "All" from VIPER Wednesday, Oct 25, 11:24 am

Subject: J'ai fait les calculs ce matin a l'aide de la methode des marches.

j'arrive a un resultat de 42,479m avec une erreur de 1,858 m.Pour les

donnees.j'ai fait comme suit:

56 marches * 153 mm (+/-3mm)(les marches ont travaillees un peu)
+ 192 marches * 168 mm (+/-2mm)(les marches etaient tres identiques)
+ 3585mm(hauteur du dernier etage mesure a l'aide d'un ruban a mesurer)
(+/-5mm)
+ 7170mm(+/-1000mm)(approximation de la hauteur des cheminees a l'aide
de la hauteur du dernier etage)

42479mm erreur(+/-1858mm)

Donc,nous arrivons a deux reponse une de 42,479m(+/-1,858) et l'autre

46,3m (+/-1,2m).Ca fait une variation de presque 4 m.Est-ce qu'on fait une

moyenne des deux resultats ou on prend un des deux.A vous de choisir.

Mais depechez vous car il faut transcrire les donnees dans mathcad avant

qu'on nous remettre l'autre probleme.Envoyez moi vos reponse,je les comptabilis

e et je reecrie la solution dans mathcad.

Viper

ANNEXE 7 (suite)

PROBLEME 1 - EQUIPE 3

J: Memo "CALCUL" from TARTEMPION Wednesday, Oct 25, 4:20 pm
Subject: VOICI LA 2 EME VERSION DE MES CALCULS, J'AI TROUVE UNE ERREUR DANS LA PREMIERE VERSION.

J'ignore si il est trop tard pour arriver avec de nouveaux resultats, mais je vous les donne quand meme.

J'ai utilise les mesures faites par Descartes avec ses batons, mais j'ai utilise la loi des sinus pour faire les calculs et je suis arrive a 46.4m

Voici la loi des sinus: $\frac{\sin a}{A} = \frac{\sin b}{B}$

ou A et B representent les cotes opposes aux angles a et b

---CALCULS

Avec la distance entre les perches (x=1.215m) et la difference de leurs hauteurs (y=1m) j'ai trouve l'angle a, qui est l'angle entre la batisse et l'hypothenuse.

$$a = \arctan \frac{x}{y} = \frac{1.215}{1} = 50.54 \text{ degres}$$

Puisque c'est un triangle rectangle, b = 180-90-50.54=39.5 deg

La base du triangle est la distance entre la batisse et le premier baton (l=53.86m) plus la distance entre le premier baton et le bout du triangle (x'=2.43) soit un total de A=56.3m. (Ceci pourrait etre demontre en detaile)

Maintenant qu'on a les angles "a" et "b" et la longueur "A" on peut trouver la hauteur de la batisse "B" par la loi des sinus.

$$B = \frac{A * \sin b}{\sin a} = \frac{56.3 * \sin 39.5}{\sin 50.5} = 46.4 \text{ m}$$

La base du triangle est la distance entre la batisse et le premier baton (l=53.86m) plus la distance entre le premier baton et le bout du triangle (x'=2.43) soit un total de A=56.3m. (Ceci pourrait etre demontre en detaile)

Maintenant qu'on a les angles "a" et "b" et la longueur "A" on peut trouver la hauteur de la batisse "B" par la loi des sinus.

$$B = \frac{A * \sin b}{\sin a} = \frac{56.3 * \sin 39.5}{\sin 50.5} = 46.4 \text{ m}$$

Ce qui correspond assez bien a ce que Descartes a trouve. Merci a Descartes pour avoir pris le temps de recueillir les donnees, j'imagine quelle sont exactes.

ANNEXE 7 (suite)

PROBLEME 1 - EQUIPE 4

15: File "PROB1.PRN" from LORDNEVS Tuesday, Oct 24, 5:38 pm

ESSAI	DISTANCE	ANGLE	+/-	HAUTEUR	+/-	H"	H MDF
1	12.00	70	10	32.97	47.27	37.97	85.24
2	22.67	69	5	59.05	32.57	64.05	96.62
3	33.33	64	5	68.34	31.36	73.34	104.70
4	40.92	59	5	68.10	27.57	73.10	100.67
5	48.92	58	5	78.28	31.09	83.28	114.37
6	59.17	56	5	87.72	33.67	92.72	126.39
7	71.67	51	2.5	88.50	15.85	93.50	109.35
8	86.42	44	2.5	83.45	14.61	88.45	103.06
		MOYENNES		70.80		75.80	105.05
		DELTA ANGLE		5.00			

H" EST LA HAUTEUR PLUS 5 PIEDS (HAUTEUR APPRX DE MES YEUX)

LE DELTA POUR L'ANGLE A ETE CHOISI SELON MON JUGEMENT
PLUS ON EST PROCHE PLUS L'ERREUR EST GRANDE...

H MDF EST LA HAUTEUR EN TENANT COMPTE DE L'INCERTITUDE

CONSIDERANT QUE LA HAUTEUR OFFICIELLE EST DE 107 PIEDS 10S N'EST PAS
SI MAL SURTOUT SI VOUS AURIEZ VU MES INSTRUMENTS DE MESURE

DESOLE MAIS JE N'AVAIS PAS VRAIMENT LE TEMPS DE TATONNER AVEC MATHCAD

J'AI DONC UTILISE LOTUS 123.

EN PASSANT LE SEXTANT ETAIT MON LIVRE DE MATH AVEC UN RAPPORTEUR D'ANGLE TAPER DESSUS AVEC UNE CORDE ET UN AIMANT POUR FAIRE UN POIDS.

TRES ARCHAIQUE ET J'AVAIS L'AIR PAL MAL SMAT !!!!

ENFIN J'EN SUIS PAS MORT...

LORDNEVS

Please enter a command. Press <F1> for help.

ANNEXE 7 (suite)

PROBLEME 1 - EQUIPE 4

```
  4: Memo "RESUMER" from LORDNEVS                    Wednesday, Oct 25,  3:44
##################################################################################
Subject: RESUMER DU PROBLEME 1

PARTICIPANT:    PANTHERE        MORT!
                POPCORN         MORT!
                ROBINHOOD
                SIRENAJA
                FOURIRE         NOUVEAU MEMBRE
                PASCAL          NOUVEAU MEMBRE
                LORDNEVS        COORDONNATEUR


PREMIERE ETAPE:
***************

LE PROBLEME EST DE DETERMINER, AVEC UNE PRECISION DE + OU - 0.10 METRES,

LA HAUTEUR DE LA RESIDENCE SANS COMPTER LE SOUS-SOL NI LES ANNEXES SUR LE

TOIT.


DEUXIEME PARTIE:
****************

FAIT#1
          10 ETAGES

SUPPOSITION#1

          SOIT 3.7  METRES PAR ETAGES , ETABLIE SELON LA MOYENNE DES HAUTEURS
          SUGGEREES PAR LES MEMBRES DE L'EQUIPE.

APPROXIMATION

          SOIT 10 ETAGES MULTIPLIES PAR 3.7 METRES = 37 METRES


TROISIEME PARTIE:
*****************

VOICI LA LISTE DES METHODES SUGGEREES:


      1-   METHODE COMPARATIVE                (          REJETE              )
      2-   DECLINAISON SOLAIRE                (    IDEM                      )
      3-   MESURER UNE CHAMBRE ET UN PALIER   (    IDEM                      )
  *   4-   RECHERCHER LES PLANS DU BATIMENT   (          RETENU              )
      5-   TEMPS DE CHUTE D'UN OBJET          (          REJETE              )
  *   6-   TRIGONOMETRIE                      (          RETENU              )
      7-   ASCENSEUR VS VITESSE               (          REJETE              )

N.B. LES COMMENTAIRES ENTRE PARENTHESES INDIQUENT LE "STATUS" DES METHODES
```

ANNEXE 8

17: Memo "PBJ" from PROF Tuesday, Nov 14, 1:26 pm
Subject: La grande peste.

UN PEU D'HISTOIRE:

On pense que la peste bubonique, causee par la bacterie "Pasteurella pestis", a decime la population de Rome aux 2eme et 3eme siecles de notre ere. Toutefois l'epidemie qui attaqua en six vagues successives entre 1348 et 1405 fut bien plus terrible encore. Elle debuta apparemment en Asie centrale et s'etendit a travers l'Inde, l'Asie mineure, l'Afrique du nord, l'Europe, l'Angleterre, l'Iceland et peut-etre plus a l'ouest encore. Dans les regions touchees, environ un tiers de la population en mourut (20 millions de personnes en Europe seulement). On peut penser que la peste est responsable d'une diminution d'environ 21% de la population mondiale qui est passee d'a peu pres 470 millions en 1348 (debut de l'epidemie), a environ 370 millions vers 1400.

En fait, cette peste est le seul phenomene qui a produit une diminution significative de la croissance, par ailleurs acceleree, de la courbe decrivant
Prev. Line J <PgDn> Next Page J <PgUp> Prev. Page J <F2> Done

> open all mail after nov 12
> read

17: Memo "PBJ" from PROF Tuesday, Nov 14, 1:26 pm
la population mondiale depuis l'an 1000. Il s'agit probablement de la plus grande catastrophe naturelle de l'histoire.

On peut se demander quelles ont ete les consequences de cet evenement sur la population mondiale actuelle, et si d'autres catastrophes du meme type ne se produisent pas aujourd'hui.(Youppie!! Le sujet est tres.... souriant.)

PROBLEME:

CONCEVOIR UN MODELE MATHEMATIQUE POUR ANALYSER LES CONSEQUENCES DEMOGRAPHIQUES DE LA GRANDE PESTE.

CONSIGNES:

Un modele mathematique d'un phenomene est une representation de ce phenomene par des objets mathematiques, par exemple des graphes, des fonctions et des variables, des tableaux etc...

Dans la situation que nous vous proposons d'analyser, nous aimerions que vous vous centriez sur:
1. LE CHOIX DU MODELE,
2. SON UTILISATION POUR ANALYSER LES CONSEQUENCES DEMOGRAPHIQUES DE LA GRANDE PESTE,
3. LES QUESTIONS SUR LESQUELLES LE PROBLEME PEUT DEBOUCHER.
Afin que vous ne passiez pas trop de temps a la collecte des donnees numeriques sur la "grande peste", nous mettons a votre disposition un fichier MathCAD, nomme PBJ.MCD, contenant un enonce plus precis du probleme et une serie de donnees.

ANNEXE 9

78: Memo "SOLUTION" from PROF Tuesday, Nov 28, 11:10 a
Subject: La grande peste et ses consequences benefiques.

Le probleme que nous allons essayer de resoudre est de trouver quelle serait aujourd'hui la population mondiale s'il n'y avait pas eu de peste.

Pour y arriver nous allons considerer que la population est une fonction du temps (une et une seule valeur de la population a une date donnee). Un graphe cartesien ou on aurait porte les dates en abscisse (x) et la population en ordonnee (y) nous aurait suggere que l'equation qui relie x et y n'est pas celle d'une droite. Quelques uns d'entre vous ont essaye de trouver des polynomes de degre 6 ou 7, ce qui aurait pu donner une bonne approximation "locale" c'est-a-dire sur un petit intervalle de temps. Certains ont eu la bonne intuition, ces phenomenes demographiques suivent une loi exponentielle :

$$y = e^{kx}$$

Pour etre plus precis, voici le modele mathematique suivi:
soit Pi la population au debut d'un intervalle de temps,
soit Pf la population a la fin du meme intervalle,
soit t la longueur de cet intervalle,
soit k le taux de croissance de la population sur l'intervalle, on a

$$Pf = Pi * e^{kt}$$

Dans le cas qui nous preoccupe, on connait pour les intervalles de 1400 a 1984 les valeurs de Pi et de Pf, on a des longueurs d'intervalle de 100, 200 ou 84 ans, cela nous permet d'en deduire les valeurs successives de k:

$$e^{kt} = \frac{Pf}{Pi}$$

$$\text{donc } kt = \ln\left(\frac{Pf}{Pi}\right)$$

$$\text{et } k = \frac{1}{t} \ln\left(\frac{Pf}{Pi}\right)$$

Ce qui nous donnerait les valeurs de k sur chaque intervalle:

Intervalle	taux de croissance (k)
1300-1348	$4{,}40 * 10^{-3}$
1400-1500	$1{,}96 * 10^{-3}$
1500-1600	$0{,}85 * 10^{-3}$
1600-1800	$3{,}10 * 10^{-3}$
1800-1900	$5{,}64 * 10^{-3}$
1900-1984	$13{,}10 * 10^{-3}$

La premiere constatation est que celui d'entre vous qui avait pense que l'exposant serait une fonction du temps avait raison et cette fonction est croissante puisque k devient de plus en plus grand.

ANNEXE 9 (suite)

A partir de maintenant on peut reutiliser le modele en supposant que la grande peste n'a pas eu lieu.

On se place en 1348 avec une population Pi de $0,47*10^{9}$, on applique le modele avec $k=4,40*10^{-3}$ et un intervalle de 52 ans. On obtient alors la population en 1400 dans l'hypothese ou la peste n'aurait pas eu lieu. On recommence avec ce chiffre et les valeurs successives de k pour calculer intervalle apres intervalle, les populations successives.

Date	Population
1400	$0,55*10^{9}$
1500	$0,72*10^{9}$
1600	$0,78*10^{9}$
1800	$1,45*10^{9}$
1900	$2,50*10^{9}$
1984	$7,50*10^{9}$ = 7 500 000 000 habitants soit une fois et demi plus que la population reelle de 1984.

Pour vous donner des frissons.... calculez donc la population vers 2000 ou 2050 avec $k = 13,10*10^{-3}$

Delques consequences:

1. Dans les regions ou la peste a frappe environ un tiers de la population en est mort. On a juge que c'etait la plus grande catastrophe naturelle de l'histoire,
2. Il y eut aussi des effets sur l'economie et la structure sociale de l'epoque . La production de nourriture et autres biens necessaires a la survie diminua et le desordre social augmenta. Mais meme dans les regions les plus affectees ceci fut de courte duree et la densite de population recommenca a croitre exponentiellement.
3. Il y eut aussi des effets positifs a long terme: en Angleterre la diminution de la population renforca la position economique des travailleurs au detriment de celle de la classe possedante et du clerge. Ces derniers tenterent de controler les prix et la mobilite des travailleurs par des mesures legislatives . Il s'en suivit un mecontentement generalise qui contribua a des changements sociaux et economiques importants.
4. Dans les universites, les professeurs plus ages qui furent frappes par la peste furent remplaces par des jeunes qui abandonnerent l'usage du latin au profit des langues modernes. Ceci augmenta les sentiments nationnalistes.

Avoir eu le temps, il aurait ete interessant de faire un parallele avec le sida. Le mode de propagation n'etant pas le meme, le modele mathematique aurait ete different.

D'apres les chiffres que nous avons calcules, la population en 1800 sans la peste aurait ete presque egale a celle de 1900 avec la peste. On peut donc dire que la peste nous a donne presque 100 ans de repit pour reflechir aux problemes de surpopulation. A nous (et vous) d'y voir.

Jac et Marie-Jane

COMMUNIQUER POUR APPRENDRE

Étude exploratoire de la résolution de problèmes par le groupe, sur réseau micro-informatique local

1532 - 0317